

Wildbach- und Lawinenverbau

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



Sektion Kärnten

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinenverbauung
österreichs

Wildbach- und Lawinenverbau

Impressum:

Eigentümer:

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

Herausgeber:

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

Titelbild:

Quelle: die.wildbach

Studienbereich
GEOINFORMATION

UNIVERSITÄT
SALZBURG
KÄRNTEN



SPATIAL INFORMATION MANAGEMENT
Internationaler Master of Science

Vertiefungen:
- **Geoinformation & Decision Support** oder
- **Spatial Technology Management & Entrepreneurship**

4 Semester | 120 ECTS | Angewandte Projekte
Englisch als Arbeitssprache

WWW.FH-KAERNTEN.AT/GEO_MSC

Europastrasse 4, A-9524 Villach, Austria
Telefon: +43 (0)5 / 90 500-2003
e-Mail: geo@fh-kaernten.at

Inhalt Heft 164

Josef Brunner:
Vorwort

Seite 9

Josef Brunner, Christof Seymann:
Die Sektion Kärnten – Partner für die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Schutzkonzepte zum Schutz vor Naturgefahren aus Wildbächen, Lawinen und Erosion

Seite 10

Hannes Burger:
Lawinsimulation Dobratsch
Erklärungsmodell für historische Ereignisse und
Nachweis der Wirkung der Lawinenverbauung

Seite 18

Edmund Makuc:
Das Lawinenunglück in Bleiberg am 25. Feber 1879. Erzählt von Edmund Makuc,
Werksdirektor der Bleiberger Bergwerks-Union in Bleiberg in drei Briefen

Seite 30

Kasimir Kulterer:
Rückbaumaßnahmen an einem Wildbach im Rahmen eines
EU-LIFE- Projektes; Einflüsse durch energiewirtschaftliche Nutzung

Seite 36

Jürgen Petutschnig, Hansjörg Hufnagl:
Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei Wildbachverbauungsprojekten
am Beispiel des Eitwergbaches im Lavanttal / Kärnten

Seite 44

Ambros Wernisch:
Generelles Projekt „Gerlitzten-Süd“ – Technische und
flächenwirtschaftliche Schutzmaßnahmen

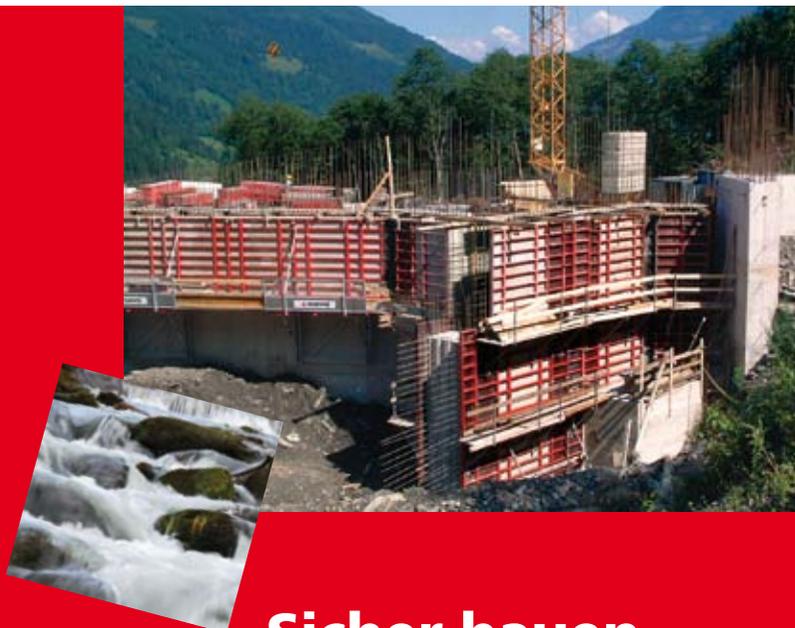
Seite 54

Christof Seymann, Marina Rauter:
Die Lärchensamenplantage Ossiacher Tauern – ein Versuch
Lärchensaatgut für Hochlagenaufforstungen zu produzieren

Seite 62

Hugo Gfrerer:
Steinschlagschutzmaßnahmen am Beispiel „Steinschlag Kerschhackel“
Betrachtung der Notwendigkeit aufgrund von Behördenverfahren

Seite 68



Gemeinde Bad Hofgastein, Bezirk Pongau

Sicher bauen.

Bauen auf schwierigem Terrain. Am Aubach im Team erfolgreich:

Nach bestem Wissen

MEVA Schalungs-Systeme, Alzner Baumaschinen und die

und Gewässer.

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



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

Inhalt Heft 164

Erwin Ferlan, Werner Tributsch:
Erosionsschutz im alpinen Gelände am Beispiel Kaponigbach
(Marktgemeinde Obervellach)

Seite 74

Hanspeter Pussnig:
Abflusscharakteristik des Mühldorferbaches unter
Berücksichtigung des Windwurfereignisses durch den Sturm „Paula“

Seite 84

Peter Maurer, Hansjörg Hufnagl:
Hochwasserschutz für die Stadt St. Veit an der Glan
Verbauungsprojekt Obermühlbach

Seite 94

Johann Angerer, Robert Hofmann:
Geotechnische Problemstellungen bei Hochwasserschutzdämmen
am Beispiel Obermühlbach

Seite 104

Claus Irrgeher:
Methoden zur Untergrundabdichtung am Beispiel Obermühlbach

Seite 118

Michael Botthof:
Hochwasserrückhalt am Beispiel Tschierwegerbach
Notwendigkeit <=> Machbarkeit und Umsetzbarkeit <=> Opportunitätskosten

Seite 124

Johannes Hübl, Herbert Pirkl:
Großrutschung Rieger – Analyse und Gefahrenbeurteilung

Seite 130

Christof Seymann, Marina Rauter:
Projekt Naturgefahren Kärnten
Interdisziplinäre Methoden und neue Geodaten
für ein effizientes Risikomanagement im alpinen Raum

Seite 142

Marina Rauter, Christof Seymann:
Die Maßnahmendatenbank als Dokumentationsinstrument
für die Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken
gemäß ONR 24803 am Beispiel des Pöllingerbaches im Gegendtal

Seite 150



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

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



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

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

JOSEF BRUNNER

Vorwort



Im vorliegenden Heft stellt sich die Sektion Kärnten des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung vor. Von den Gebietsbauleitungen werden die Planungs- und Verbauungsschwerpunkte der letzten Jahre zusammengefasst, welche wie sooft im Alpenraum durch Großereignisse wie am Vorderbergerbach 2003 beeinflusst wurden. Die Planungsaufgaben werden jedoch immer komplexer, weil die Beurteilung bestehender Verbauungen hinsichtlich ihrer weiteren Wirkung beurteilt werden müssen, bevor Sanierungskonzepte im Focus eines nachhaltigen Schutzes vor Naturgefahren aus Wildbächen, Lawinen und Erosion verwirklicht werden können. Dargestellt wird das anhand der Projekte

Gerlitzten Süd und Kaponigbach sowie am Beispiel der Entwicklung der Verbauungskonzepte an der Lawine Bleiberg.

Die Sektion Kärnten hat über die operativen Tätigkeiten hinaus immer wieder neuen Ideen Raum gegeben, welche die Bewältigung der Aufgaben der Wildbach- und Lawinenverbauung – nämlich für die Erhaltung der Lebensgrundlagen in den Alpentälern nachhaltige Schutzkonzepte zu entwickeln und im regionalen Verbund umzusetzen – erst ermöglicht. Dies zeigt sich unter anderem in den Projekten Maßnahmendatenbank und Naturgefahren Kärnten, welche in enger Kooperation mit der Fachhochschule Kärnten und den Fachabteilungen des Amtes der Kärntner Landesregierung verfolgt werden.

Viel Freude beim Lesen wünscht

Dipl.-Ing. Josef Brunner
Sektionsleiter

JOSEF BRUNNER, CHRISTOF SEYMANN

Die Sektion Kärnten – Partner für die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Schutzkonzepte zum Schutz vor Naturgefahren aus Wildbächen, Lawinen und Erosion

The Carinthia department - partner for the development and implementation of sustainable protection concepts for protection against natural hazards from torrents, avalanches and erosion

Zusammenfassung:

Als Keimzelle der WLW 1884 in Villach gegründet, arbeitet die Sektion Kärnten mit ihren vier Gebietsbauleitungen daran einen möglichst umfassenden Schutz vor Naturgefahren für das südlichste Bundesland Österreichs zu gewährleisten. Zur Zeit sind 49 MitarbeiterInnen in Technik- und Verwaltung sowie 125 Arbeiter beschäftigt. Die Konzentration der WLW Kärnten unter einem Dach erlaubt es, manches etwas anders zu organisieren. Die Aufgaben sind jedoch dieselben, wie sie im gesamten Dienstzweig den Sektionen zugeordnet sind. Orientiert an den sechs Kernkompetenzen Beratung, Sachverständigentätigkeit, Gefahrenzonenplanung, Maßnahmenplanung und Maßnahmensetzung sowie Förderung ist die Sektionsleitung die Schnittstelle zwischen den operativ ausgerichteten Gebietsbauleitungen und dem BMLFUW, dem Land Kärnten und Forschungseinrichtungen in der Region, wie der Fachhochschule Kärnten. Kommunikation von Gefahren, Lernen mit und von der Natur und die Moderation divergierender Nutzungsinteressen sind die Rahmenbedingungen unserer Arbeit. Betreut werden 1094 Wildbach- und 295 Lawineneinzugsgebiete in 123 von 132 Kärntner Gemeinden.

Summary:

Founded in 1884 in Villach, the Carinthia department of the torrent and avalanche control and the four construction management offices concentrate on the assurance of a maximum protection against natural hazards. Currently 49 people are employed in the technical, consulting and administration sector and 125 people are working on the building sites. The concentration of the construction management offices in one location allows a different organization, but the tasks of the department remain the same. To be geared to the core competences of consulting services, hazard mapping, planning and implementation of technical and forest-biological control measures, the expert activities and the administration of subsidies allocated to Carinthia is the interface to the construction management offices, the federal ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, departments of the provincial government and different research facilities like the Carinthia university of applied sciences. Currently 1094 torrent catchment areas and 295 avalanche areas in 123 municipalities (out of 132 in Carinthia) are supervised.



Abb. 1: Die Sektion Kärnten mit den Gebietsbauleitungen Mittel- und Unterkärnten, Gailtal und Mittleres Drautal, Liesertal- und Ossiacher Seebecken und Oberes Drautal und Mölltal

Fig. 1: The Carinthia department with the regional construction management for Mittel- und Unterkärnten, Gailtal and Mittleres Drautal, Liesertal- und Ossiacher Seebecken and Oberes Drautal und Mölltal

Gefahrenzonenplanung, Beratung und Sachverständigentätigkeit

Die Gefahrenzonenpläne dieser Gemeinden sind ein wichtiges Instrument der Raumplanung, zeigen die Grenzen des Möglichen und stehen oft im Brennpunkt verschiedener Nutzungsinteressen. Sie bilden jedenfalls die Grundlage des Wissens über die alpinen Naturgefahren in der Region und stellen damit die Basis für die Sachverständigentätigkeit in jährlich ca. 1600 vornehmlich bau-, wasser- und forstrechtlichen Verwaltungsverfahren dar. Die Gefahrenzonenplanung konnte für das Bundesland Kärnten bereits Mitte der 90er Jahre in einem ersten Durchgang fertiggestellt werden. Die nunmehr große Herausforderung ist, die Gefahrenzonenpläne der betroffenen 123 Gemeinden dem Stand des Wissens in der



Abb. 2: Murbrecher am Tresdorferbach integriert in den Lawinenauffangdamm für die Lawine Tresdorferbach

Fig. 2: Debris flow breaker Tresdorferbach integrated into dam of the Tresdorfer avalanche

Gefahrenbeurteilung, den Entwicklungen in den Einzugsgebieten – ergänzt um die Bewertung der Verbauungen – anzupassen.

Maßnahmenplanung, Maßnahmensetzung und Förderung

Das Budget für die Maßnahmensetzung beträgt in der Sektion Kärnten zwischen 13 und 14 Mio. Euro jährlich. Der Verbauungsschwerpunkt befindet sich nach wie vor in den Oberkärntner Bezirken Spittal an der Drau und Hermagor. In letzter Zeit konnten jedoch häufig Ereignisse in den Bezirken St. Veit, Wolfsberg und Völkermarkt beobachtet werden und so wird es erforderlich sowohl die Maßnahmenplanung als auch die Maßnahmensetzung in diesen Regionen zu verstärken.

Die Sektion Kärnten - Zahlen im Überblick

Allgemeines

- Gesamtfläche Kärnten 9533 km²;
 - davon Siedlungen 5%
 - Bewaldung 58 %
- landwirtschaftlich genutzte Fläche 27 % (inkl. Almfelder, Strauchgesellschaften 4 %, Ödland 4 %, Sonstiges 2 %)
- Acht Verwaltungsbezirke (Klagenfurt-Land, Villach-Land, Spittal/Drau, Hermagor, Feldkirchen, St. Veit/Glan, Wolfsberg, Völkermarkt) betreuen 130 Gemeinden.
- Die Landeshauptstadt Klagenfurt und Villach sind Städte mit eigenem Statut und somit auch ein eigener Verwaltungsbezirk.
- 561.000 Einwohner
- Sektionsleitung und 4 Gebietsbauleitungen mit Sitz in Villach
- 2 Bauhöfe (Villach, Möllbrücke), 1 Magazin (Völkermarkt)

Einzugsgebiete

- 1100 Wildbäche
 - davon 664 mit Schutzmaßnahmen
- 300 Lawinen
 - davon 48 mit Schutzmaßnahmen
- Ca. 200 Risikogebiete
 - davon 101 mit Schutzmaßnahmen

Klima

- Kontinentales Randgebiet
- Inneralpiner Charakter im Oberen Mölltal
- Alpenzwischenzone im Raum Völkermarkt
- Jahresniederschläge zwischen 2900 mm am Nassfeld und 1200 mm in Tallagen
- 3 Stundenniederschläge (Spittal/Drau 211 mm, 1983)

MitarbeiterInnen: (Stand Jän. 2010)

13	Dipl.-Ing. (BOKU-Studienzweig WLW)
1	Dipl.-Ing. (FH) GIS-Technikerin
9	Ing. - Bautechnik-Tiefbau
1	Förster
1	EDV-Techniker
4	Technische Zeichner
12	Verwaltungskräfte
4	Lehrlinge
3	MitarbeiterInnen in der zentralen Lohn- und Gehaltsverrechnung
125	KV-MitarbeiterInnen auf Baustellen

Jahresbauvolumen Kärnten

- im Durchschnitt: 13 Mio. € (Bund (Lebensministerium) / Land Kärnten / Interessenten (hpts. Gemeinden))

Baustellen

- ca. 100 Baustellen jährlich; von Planung bis Abrechnung

Gefahrenzonenplanung

- für 126 Gemeinden Kärntens; dzt. intensive Überarbeitungsphase

Sachverständigentätigkeit

- ca. 1300 Gutachten pro Jahr

Die Maßnahmendatenbank – ein strategisches Instrument zur Erfassung, Darstellung und Analyse von Bauwerken und deren Zustand nach ONR 24803

Die Maßnahmendatenbank der Sektion Kärnten ist eine GIS-Datenbank zur Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Baumaßnahmen. Ein Prototyp der Maßnahmendatenbank wurde bereits 2005 im Zuge der Regionalstudie des Stockenboierbaches (Weißenbaches) von der Firma EB&P Umweltbüro GmbH begonnen und in weiterer Folge erweitert. Die laufende Weiterentwicklung erfolgt in der Sektion und integriert inzwischen die Anforderungen der ONR 24803. Bis heute wurden ca. 11.000 Bauwerke erfasst, wobei beispielsweise im Einzugsgebiet Nötschbach und Feistrizbach im Gailtal jeweils an die 700 Bauwerke eingegeben wurden.



Legende:

-  Gewässerverlauf
-  ZMMW / Beton
-  Beton
-  Holz
-  Drahtschotterkörper
-  Pflanzen

Abb. 3: Ausschnitt aus dem Maßnahmenatlas

Fig. 3: Section from the atlas of measures

Betreuung der flächenwirtschaftlichen Projekte, der Lärchensamenplantage am Ossiacher Tauern und des Aurewaldes / Klausenkofelwaldes

Die Betreuung der flächenwirtschaftlichen Projekte wird durch den Förster der Sektion unterstützt. Sein Arbeitsschwerpunkt ist das flächenwirtschaftliche Projekt Gerlitzten Süd, wo die waldbaulichen Maßnahmen von der kleinflächigen Nutzung über die Aufforstung bis hin zum Kulturschutz und zur Kulturpflege organisiert und die Anrainer bei der Umsetzung dieser Maßnahmen unterstützt werden. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Kontrolle der widmungsgemäßen Verwendung der Förderungsgelder.

Der Aurewald/Klausenkofelwald im Ausmaß von ca. 70 ha steht im Besitz der Republik Österreich und wird seit Anfang des 20. Jahrhun-

derts von der WLW betreut. Die nachhaltige Entwicklung dieses Objektschutzwaldes erfordert hier eine besondere Auseinandersetzung mit der Kultur- und Bestandespflege.

Die Lärchensamenplantage am Ossiacher Tauern wurde 1994 als Teil des Projektes „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“ gegründet, um Lärchensaatgut der inneralpinen Herkunft vom Arlberg bis zu den Radstädter Tauern gewinnen zu können. 2005 wurde die Samenplantage nach § 8 des forstlichen Vermehrungsgesetzes als Ausgangsmaterial für qualifiziertes Vermehrungsgut zugelassen. 2006 und 2007 wurden bereits Beerntungen durchgeführt und das Saatgut vom Landesforstgarten Nikolsdorf in Osttirol aufbereitet.

Die Zentrale Lohnverrechnung

Seit 1995 befindet sich die Zentrale Lohnverrechnung (Abrechnung aller KV-MitarbeiterInnen aus allen Sektionen) in der Sektion Kärnten. Laufende Änderungen der steuer- und sozialrechtlichen Grundlagen sowie die Entwicklungen im Kollektivvertrag stellen eine große Herausforderung an die MitarbeiterInnen der ZLV dar. So müssen diese Änderungen nicht nur verfolgt und gelernt, sondern auch im System umgesetzt werden, damit allen ca. 900 KV-ArbeiterInnen pünktlich ihr Lohn überwiesen wird, die Baustellen abgerechnet werden können und auch das Finanzamt, die Gebietskrankenkassen und die BUAK ihren geforderten Anteil bekommen.

Kooperation mit der Fachhochschule Kärnten

Mit dem Studiengang Geoinformation der FH Kärnten besteht seit 2004 eine enge Kooperation. Der Aufbau der GIS Datenbank für die Lärchensamenplantage zur Kontrolle des Blüh- und Fruktifikationsverhaltens der einzelnen Klone, die



Abb. 4: Versetzen von Schneebrücken im Abbruchgebiet der Lawine Heiligenblut

Fig. 4: Mounting of snow bridges in the starting zone of the Heiligenblut avalanche

Berechnung von Lawinenanbruchgebieten aus digitalen Höhenmodellen und Laserscandaten, die fachliche Unterstützung im Projekt Naturgefahren Kärnten und der Aufbau der Maßnahmendatenbank sind neben der Betreuung von Fachpraktika und Seminararbeiten Ergebnisse dieser Kooperation. Inzwischen konnten auch Kontakte zum Studiengang Bauingenieurwesen geknüpft werden und es wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit die Verbindung der Maßnahmendatenbank mit den Anforderungen der ONR 24803 zur Zustandserfassung und Bewertung von Schutzbauwerken der WLW durchgeführt.

Naturgefahren Kärnten

Gemeinsam mit den Abteilungen Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Raumplanung und Geologie des Amtes der Kärntner Landesregierung wird seit 2004 am Projekt Naturgefahren Kärnten mit dem Ziel, naturräumliche Daten im GIS darzustellen, gearbeitet. In der ersten Projektphase bis 2006 wurden Basisdaten, wie die Berechnung der Einzugsgebiete und des Gewässernetzes sowie die Digitalisierung der Gefahrenzonenpläne, federführend von der WLW bearbeitet. Die jetzt vorhandene Geodateninfrastruktur – erweitert um Schutzgüterauswertungen aus Orthophotos und aus den Rasterdaten des ÖSTAT – dient in der Projektfortsetzung der Durchführung von Risikoanalysen.

Der Kinder-Gefahrenzonenplan

Erstmals wurde der Kinder-Gefahrenzonenplan 2005 als Ergänzung zur Veranstaltung 30 Jahre GZP mit der VS Treffen am Ossiachersee durchgeführt. Seither gelingt es jedes Jahr, Kinder aus einer anderen Gemeinde mit den Naturgefahren bekanntzumachen und zu zeigen, dass der GZP mehr ist als ein Stück Papier. In der Schule und in der Natur werden Erfahrungen gesammelt und erlebt, wie Wasser Schäden in unseren Siedlungen und an der Infrastruktur verursachen kann.

Die TechnikerInnen und VerwaltungsmitarbeiterInnen sind mit der Planung der aktiven und passiven Schutzmaßnahmen, welche die Prävention in den Mittelpunkt stellt gefordert, wobei es eine besondere Herausforderung ist, die Schutzziele mit den Anforderungen der ökologischen Entwicklung der Gewässer abzustimmen.

Die Sektion Kärnten ist Partner und Kompetenzzentrum für das Amt der Kärntner Landesregierung, für die Gemeinden und die Bevölkerung, um diese Schutzkonzepte zu entwickeln und umzusetzen.



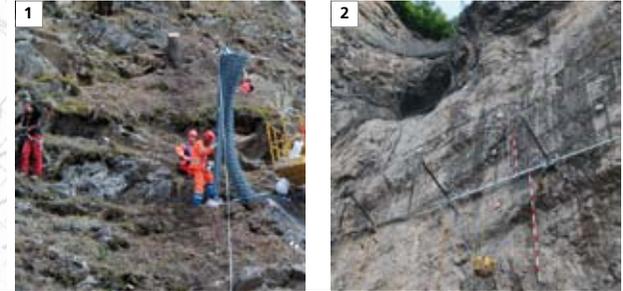
Abb. 5 Kindergefahrenzonenplan mit der VS Baldramsdorf im Sommer 2009

Fig. 5: Hazard zone map for children with the primary school in Baldramsdorf in the summer of 2009

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Josef Brunner, DI Christof Seymann
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinverbauung,
Sektion Kärnten
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: josef.brunner@die-wildbach.at
E-Mail: christof.seymann@die-wildbach.at

1. Das TECCO® G80-Geflecht lässt sich an die Stützen vormontieren
2. CE-Zulassungstest nach ETAG 027, Kategorie A
3. Installierte GBE-Steinschlag-Barriere in Loibistaler, Ötztal / Tirol



GBE-Steinschlag-Barrieren: Die wirtschaftlichste Lösung Ihrer Sicherheitsprobleme.

Getestet unter härtesten Bedingungen im Vertikalwurf nach ETAG 027 und unter Aufsicht der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Validierung durch akkreditiertes Prüfinstitut, ETA-Zulassung und CE-Zeichen bevorstehend.

- Schutz vor Auftreffenergien bis 1000 kJ
- über 50 % Restnutzhöhe nach Einschlag im Trefferfeld
- kein Sekundärgeflecht nötig
- schnelle Montage durch modulare Bauweise mit leichten Komponenten
- sehr niedrige Ankerkräfte, dadurch einfache Anker (höhere Sicherheit)

Kontaktieren Sie uns für mehr Informationen und besprechen Sie Ihre Bedürfnisse mit unseren Spezialisten.

GEOBRUGG®

Geobruigg Austria Ges.m.b.H.
Innsbrucker Bundesstraße 71
A-5020 Salzburg
Tel. +43 662 825395
www.geobruigg.com
info@geobruigg.com



HANNES BURGER

Lawinensimulation Dobratsch Erklärungsmodell für historische Ereignisse und Nachweis der Wirkung der Lawinenverbauung

Modelling of avalanches from the Dobratsch mountain, modelling for an explanation of historic avalanches and modelling of protection measures

Zusammenfassung:

Die Lawinen vom Dobratsch bedrohen seit Jahrhunderten den Ort Bad Bleiberg. Immer wieder fielen den Lawinenabgängen Menschen zum Opfer und wurden große Schäden verzeichnet. Eines der größten und zugleich am besten dokumentierten Lawinenereignisse ist jenes vom 24. Februar 1879 bei dem 39 Menschen den Tod fanden. Die Bleiberger Bevölkerung nahm dieses Ereignis zum Anlass, die Ausschüttungsbereiche genauestens zu kartieren und zerstörte Gebäude nicht wieder zu errichten. Diese eigens durchgeführte „Gefahrenzonenplanung“ zeigte rasch Wirkung, da seit dem Beginn dieser Aufzeichnungen und der konsequenten Freihaltung der Gefahrenbereiche lediglich ein weiteres Todesopfer zu verzeichnen war (1915). Nach nunmehr 25 Jahren der Fertigstellung der Lawinenverbauungen am Dobratsch stehen mit der Lawinensimulation neue Methoden zur Berechnung von Lawinen zur Verfügung, die einen Nachweis der Wirkung der Lawinenverbauung ermöglichen. In der vorliegenden Arbeit wird anhand des Hohentrattenlahners mittels Zusammenschau von Ergebnissen der Lawinensimulation, von Aufzeichnungen historischer Ereignisse und von Daten der Wetterstationen am Dobratsch und in Bad Bleiberg einerseits ein Erklärungsmodell für die historischen Ereignisse erarbeitet und andererseits die Wirkung der Lawinenverbauung gezeigt. Die Ergebnisse werden diskutiert und zukünftiger Verbauungsbedarf aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Lawine, Lawinensimulation, historische Ereignisse, Lawinenverbauung, Ereignisdokumentation

Summary:

Avalanches from the Dobratsch mountain have been endangering the village of Bad Bleiberg for centuries. Several times people were killed and heavy damage was caused by the avalanches. One of the most catastrophic events happened in 1879, where 39 people lost their lives. The municipality of Bad Bleiberg used the event as a reason to start mapping the deposition outlines of large avalanches and did not permit reconstruction of damaged buildings within these borders. This kind of “hazard mapping” proved to be very effective since only one further person lost his life during the event of 1915. In 1984, the construction of control measures was finished. Now, 25 years later, computer models of snow avalanches are available and can be used to show how these control measures work. The results of this modelling study allow us to explain how the historic events happened on one hand and how the control measures work on the other hand. The results were discussed and further needs of protection measures were shown.

Die Lawinen vom Dobratsch

Die Marktgemeinde Bad Bleiberg, ein ehemaliger Bergbauort (Blei und Zink), eingebettet in einem Hochtal westlich von Villach, wird seit Jahrhun-

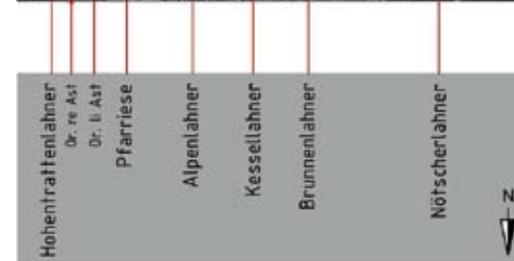
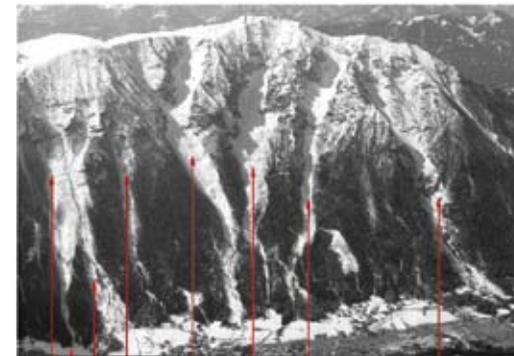


Abb. 1: Übersicht Lawinen vom Dobratsch

Fig. 1: Overview of avalanches from the Dobratsch mountain

derten immer wieder von schadbringenden Lawinen heimgesucht. An den steilen, nordexponierten Abhängen des Dobratschmassives gehen die Lawinen aus den einzelnen „Lahnern“ zu Tal und dringen mitunter bis in den Siedlungsraum von Bad Bleiberg vor.

Das erste urkundlich festgehaltene Lawinenereignis ist mit 20.12.1570 datiert, forderte 14 Todesopfer und zerstörte 32 Gebäude. In den folgenden Jahrhunderten kam es immer wieder zu Lawinenabgängen, denen Menschenleben zum Opfer fielen und die große Schäden mit sich



Abb. 2: Fotodokumentation Lawinenereignis 1879

Fig. 2: Damage from the avalanche event of 1879

brachten. Eines der größten und zugleich am besten dokumentierten Lawineneignisse ist jenes vom 24. Februar 1879. Aus dem „Almlahner“ und dem „Trattenlahner“ stießen riesige Lawinen bis in das Ortszentrum vor und 39 Menschen fanden den Tod.

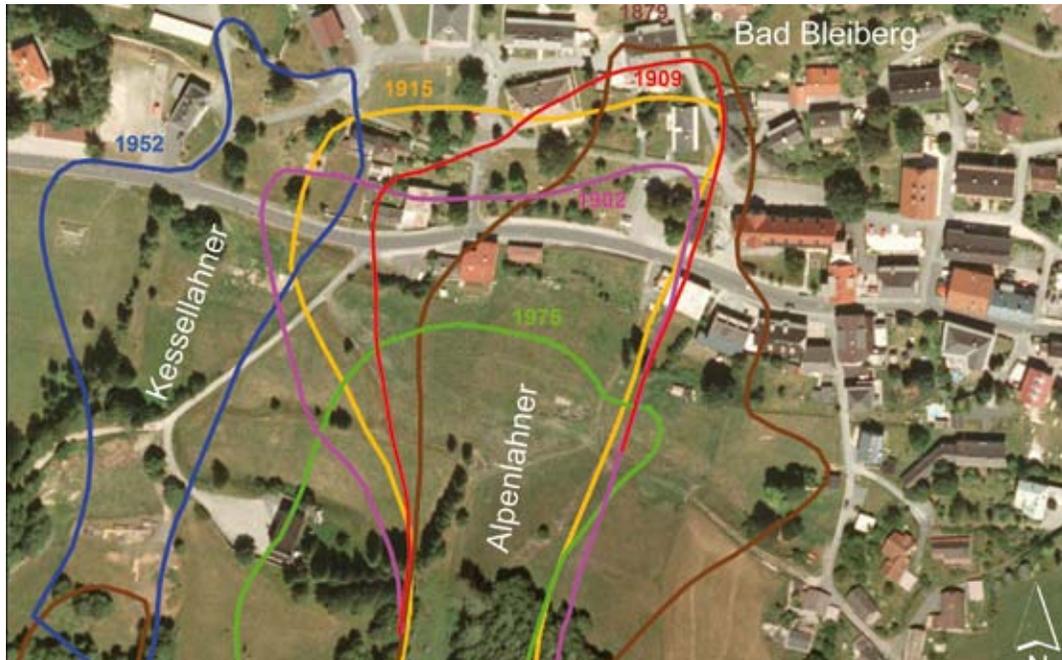


Abb. 3: Kartierung von Ausschüttungsgrenzen beim Alpenlahner und Kessellahner in Bad Bleiberg

Fig. 3: Avalanche mapping of the municipality of Bad Bleiberg for Alpenlahner and Kessellahner avalanches

Die Gemeinde Bleiberg nahm dieses Ereignis zum Anlass, die Ausschüttungsbereiche genauestens zu kartieren und zerstörte Gebäude nicht wieder zu errichten. Zusätzlich wurden erste Verbauungsmaßnahmen (Schutzwälle, Verpfählungen, Aufforstungen, Errichtung von Ebenhöhs an verbliebenen, lediglich leicht beschädigten Gebäuden, etc.) getroffen. Jedoch am Wirkungsvollsten zeigte sich die von der Gemeinde Bad Bleiberg ab 1879 selbst durchgeführte „Lawinengefahrenzonerung“. Waren bei Großereignissen bis 1879 immer wieder Todesopfer zu beklagen (1801: 1 Person, 1838: 1 Person, 1848: 1 Person, 1876: 8 Personen, 1879: 39 Personen), so war seit der Kartierung dieser Gefährdungsbereiche und deren konsequenter

Freihaltung von Neubauten lediglich ein weiteres Menschenleben zu beklagen (Nötscherlahner 1915). Bei der Erstellung des ersten Gefahrenzonenplanes für die Marktgemeinde Bad Bleiberg im Jahr 1979 orientierte man sich ebenso an diesen kartografisch dargestellten Auslaufgrenzen.

Bisherige Schutzbauten

Nach weiteren großen Lawinenabgängen in den Jahren 1902, 1909, 1915, 1923, 1927, 1937, 1951 und 1952 wurde 1965 von der Wildbach- und Lawinenverbauung das erste Verbauungsprojekt erstellt und 1969 mit der Errichtung von Anbruchsverbauungen begonnen.

Das Schutzkonzept für die Bleiberger Lawinen umfasste mehrere Komponenten.

- Verwehungsbauten am Dobratschplateau
- Anbruchsverbauungen im Alpen- und Hohentrattenlahner sowie der Pfarriese
- Eine Lawinenabweiswand bei der Pfarriese

- Lokale Lawinenumfahrungsstraßen und temporäre Sperrungen der Landesstraße im Ortsbereich für die unverbaut bleibenden Lawinestriche (Kessel-, Brunn- und Nötscherlahner).

Aufgrund des Katastrophenereignisses vom März/April 1975 wurde ein Ergänzungsprojekt erstellt, das die Erweiterung der Anbruchsverbauungen und die Errichtung von weiteren Treibschneewänden am Dobratschplateau vorsah. Die Lawinenverbauung wurde im Jahr 1984 fertiggestellt.

Revision des Gefahrenzonenplanes – Lawinensimulation

Nach nunmehr 25 Jahren der Fertigstellung der Anbruchsverbauungen am Alpen- und Hohentrattenlahner sowie der Pfarriese stehen mit der Lawinensimulation neue Methoden der Berechnung von Lawinen zur Verfügung, die einen Nachweis der Wirkung der Lawinenverbauung ermöglichen. Letztendlich werden die Ergebnisse auch in einer Revision der Gefahrenzonen sämtlicher Lawinen in der Marktgemeinde Bad Bleiberg münden. Folgende Grundlagen standen für die Bearbeitung der Bleiberger Lawinen zur Verfügung:

- Hochauflösendes Geländemodell (Laserscannerdaten) zur Abgrenzung der Abbruchgebiete und als Geländemodell für die Simulation
- Niederschlagsdaten der ZAMG Wetterstationen Dobratsch (ab 1921) und Bad Bleiberg (ab 1938)
- Umfangreiche Lawinendokumentation (Chronik, Berichte, Ereigniszeitpunkte, Kartierung der Ausschüttungsgrenzen, etc.)

Mit der Lawinensimulation wurde die Stabstelle für Schnee und Lawinen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung mit Sitz in Schwaz in Tirol beauftragt.

Erklärungsmodell für historische Ereignisse

In einem ersten Schritt galt es nun, mittels Lawinensimulation die historischen Ereignisse darzustellen. Dafür wurden die Anbruchsmächtigkeiten und somit die Lawinenmassen für die ausgeschiedenen Anbruchsflächen iterativ ermittelt, sodass sich bei einem Gesamtabbruch über verbaute und unverbaute Anbruchsflächen eine Ausschüttung von ungefähr den dokumentierten/historischen Ausschüttungsgrenzen ergab (siehe Abb. 4 und Abb. 6). Es wurden Schneehöhen von 80, 90, 100 und 120 cm verwendet, wobei die Ergebnisse anhand der gut übereinstimmenden Simulation von 90 cm Schneehöhe gezeigt wurden. In Zusammenschau mit den Wetterdaten (Schneehöhen, Temperaturverläufe) und den aus der Chronik bekannten Zeitpunkten der Ereignisse ergibt sich ein plausibles Erklärungsmodell für die dokumentierten historischen Ereignisse.

Überprüfung der Wirkung der Anbruchsverbauung

Im Anschluss daran wurden die verbauten Teilanbruchsgebiete aus der Simulation herausgenommen und eine neuerliche Berechnung mit gleichen Parametern durchgeführt. Diese Ergebnisse lassen nun gut auf die Wirkung der vorhandenen Anbruchsverbauung schließen. Am Beispiel des Hohentrattenlahners wird dies gezeigt.

Ergebnisse aus gesamtheitlicher Betrachtung

Abb. 4 zeigt das Simulationsergebnis der SAMOS-AT-Staublawinenberechnung ohne und mit Wirkung der Verbauung sowie mit Überlagerung der Ausschüttungsgrenzen historischer Ereignisse für den Hohentrattenlahner. Es zeigt sich, dass das Ereignis von 1879 (gelbe Linie) sowohl am orografisch linken als auch am orografisch rechten

Ast der Lawine Hohentrattenlahner als Staublawine abgegangen ist. Erstaunlich ist dabei auch die Übereinstimmung des Simulationsergebnisses des orografisch linken Astes mit der Auslauflänge von 1879, die im bisherigen Gefahrenzonenplan unberücksichtigt ist. Ebenso ist die Lawine aus dem Jahr 1915 (blaue Linie) an beiden Ästen als Staublawine abgegangen und weist eine geringfügig kürzere Auslauflänge als 1879 auf. Das Großereignis von 1902 (magenta) zeigt eine Staublawine lediglich am orografisch rechten Ast in ähnlicher Ausprägung wie das Ereignis von 1915.

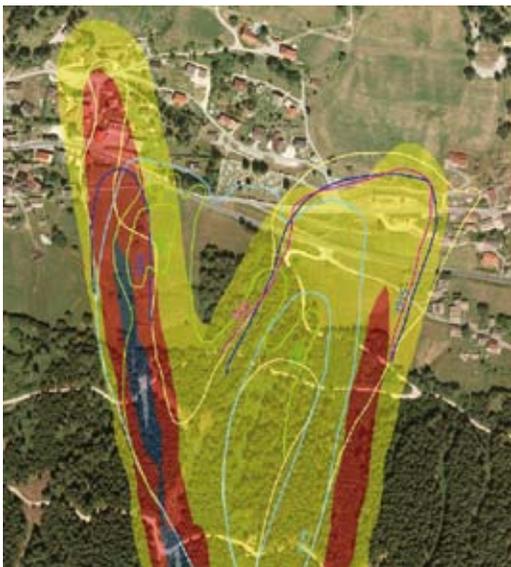
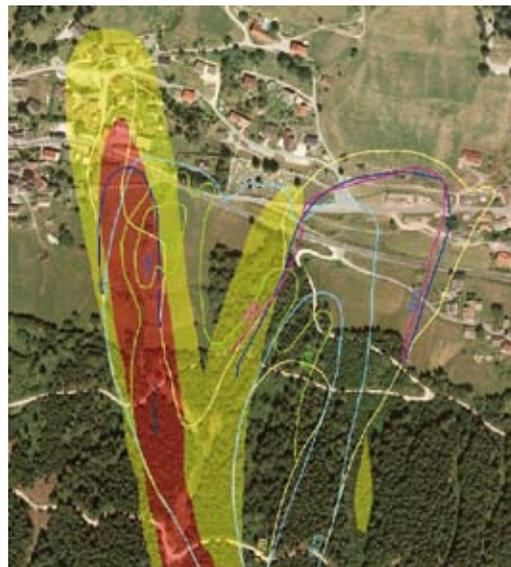


Abb. 4: Simulationsergebnis Staublawine (SAMOS-AT) mit Abbruchmächtigkeit von 90 cm ohne (links) und mit (rechts) Verbauung

Fig. 4: Results of modelling a powder snow avalanche (SAMOS-AT Software) with snow height of 90 cm in the starting zone without (left image) and with (right image) protection measures

Das Ereignis aus dem Jahre 1975 (hellblaue Linie), das bekanntermaßen über beide Äste als Staublawine (31. März) abgegangen ist (siehe Abb. 5), weist an beiden Ästen eine gegenüber 1879 und 1915 reduzierte Auslauflänge auf. Insbesondere reicht der orografisch linke Ast nicht so weit nach Westen, wie bei den Ereignissen von 1879 und 1915 und der orografisch rechte Ast nicht so weit nach Osten, wie bei den vorangegangenen Ereignissen. Dies dürfte mit der Tatsache zusam-

menhängen, dass die Temperatur der Station Bad Bleiberg am 31. März 1975 geringfügig in den Plusgraden lag (Tagesmittel $+0,4^\circ$ bzw. 14:00 Uhr $+1,2^\circ$), was generell zu kürzeren Auslauflängen führt. Das Bild der Ablagerungen der Lawine(n) von 1975 ähnelt darüber hinaus auch sehr gut dem Fließlawinenergebnis der SAMOS-AT-Simulation. Dies lässt sich unter Umständen auch damit erklären, dass die Staublawine auf den letzten Metern in eine Fließlawine zusammengefallen ist. Darüber hinaus ist die Staublawine vom 31. März im Anschluss von mehreren Fließlawinen



(04.–06. April) überlagert worden.

Ebenso dürfte das Ereignis aus dem Jahre 1951 (grüne Linie) zu werten sein (Station Bad Bleiberg am 6. Februar 1951: Tagesmittel von $+0,5^\circ$), welches vom Ablagerungsbild ebenso besser mit der SAMOS-AT-Fließlawine übereinstimmt.

Die Wirkung der Verbauung (rechtes Bild) zeigt nun hinsichtlich des Auftretens von Staublawinen, dass der orografisch rechte



Abb. 5: Staublawine aus dem Hohentrattenlahner am 31. März 1975

Fig. 5: Avalanche of powder snow from Hohentrattenlahner, March 31st, 1975

Ast durch die Verbauung eindeutig entschärft wurde. Staublawinen können aus den Restanbruchsflächen daher lediglich am orografisch linken Ast auftreten, jedoch in geringfügig abgeschwächter Form.

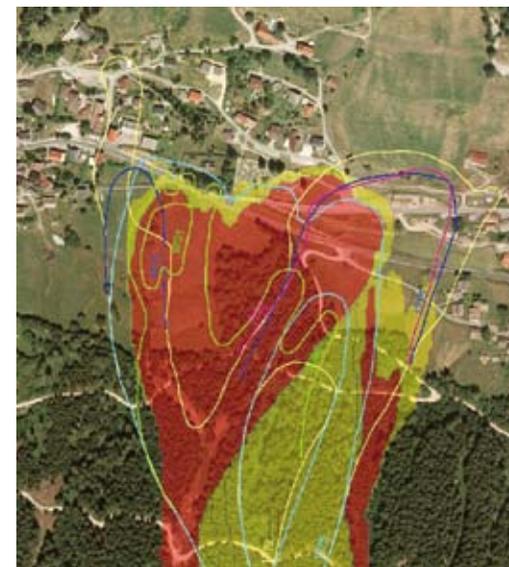


Abb. 6: Simulationsergebnis Fließlawine (SAMOS-AT) mit Abbruchmächtigkeit von 90 cm ohne (links) und mit (rechts) Verbauung

Fig. 6: Results of modelling a dense flow avalanche (SAMOS-AT Software) with snow height of 90 cm in the starting zone without (left image) and with (right image) protection measures

Abb. 6 zeigt das Ergebnis der SAMOS-AT-Fließlawinensimulation ohne und mit Einfluss der Verbauung. Die Ausschüttungsbereiche der Ereignisse von 1951 und 1975 zeigen, wie bereits oben erwähnt, gute Übereinstimmung mit der Fließlawinensimulation, die Ereignisse von 1879, 1902 und 1915 weisen geringe Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Fließlawinensimulation auf. Es ist daher davon auszugehen, dass diese Ereignisse reine Staublawinen waren. Ebenso wie bei der Staublawinenberechnung ist hinsichtlich der Wirkung der Verbauung eine deutliche Entschärfung des orografisch rechten Astes der Lawine Hohentrattenlahner zu erkennen.

Diskussion - Ausblick

Somit kann zusammengefasst werden, dass durch die Lawinenverbauung im Anbruchsgebiet des Hohentrattenlahners sowohl für Staub- als auch für Fließlawinen der orografisch rechte Ast der Lawine Hohentrattenlahner als entschärft zu be-

trachten ist. Als Voraussetzung gilt jedoch, dass es bei Großereignissen zu keinen nennenswerten Abbrüchen aus den verbauten Bereichen kommt.



Abb. 7: Dobratschplateau im Übergang zu Abbruchgebieten

Fig. 7: Plateau of the Dobratsch mountain and controlled release zone

Nun hat sich beim Studium der Grundlagen gezeigt, dass die größte an der ZAMG Wetterstation Villacher-Alpe (Dobratsch) gemessene 3-Tages-Neuschneemenge bzw. der Gesamtschneehöhenzuwachs innerhalb von 3 Tagen beim Ereignis von 1951 festgestellt wurde und bei 336 cm (bei einer Gesamtschneehöhe von 646 cm) lag. Aufgrund der gut dokumentierten Ereigniszeitpunkte konnte festgestellt werden, dass der Lawinenabgang im Jahr 1951 bereits bei einem Ge-

samtschneehöhenzuwachs von 120 cm stattfand, daher erscheinen die unterstellten Schneehöhen durchaus plausibel. Andererseits ist aber auch mit

einer Überschneidung der bestehenden Lawinverbauung und Abbrüchen daraus zu rechnen.

Das Ereignis von 1975 weist an der Station Villacher-Alpe Dobratsch eine 3 Tages-Neuschneemenge von 111 cm am 31.03.1975 (Staublawine) und von 130 cm am 07.04.1975 (mehrere Grundlawinen) auf. Da der Ereigniszeitpunkt nicht mit dem Ablesezeitpunkt

der Wetterstation (7 Uhr morgens) übereinstimmt, ist die der Simulation zugrunde gelegte Abbruch-



Abb. 8: Verfüllte Stahlschneebrücken im Winter 2008/2009 mit Abbrüchen innerhalb der Lawinverbauung

Fig. 8: Filled steel snow bridges and release lines of avalanches within controlled area

mächtigkeit von 90 cm wiederum als plausibel anzusehen.

Nicht berücksichtigt wurde bei der Festlegung der Anbruchmächtigkeiten der am Dobratsch bekannte Eintrag von Schnee aus dem Nährgebiet des Dobratschplateaus in die Lawinenabbruchgebiete (Abb. 7). Neben der auslösenden Funktion (Abbruch von Wächten) sind den Schneeverwehungen erhöhte Schneeakkumulationen in den Abbruchgebieten zuzuschreiben. Dass sich solche Schneeeinträge jedoch auf das gesamte Abbruchgebiet gleichmäßig verteilen und somit die Abbruchmächtigkeit über das gesamte Abbruchgebiet wesentlich erhöhen, ist nicht anzunehmen.

Die im Zuge des Verbauungsprojektes am Dobratsch errichteten Treibschneewände funktionieren gut, was Abb. 9 zeigt, jedoch ist deren Funktionserfüllung vom Grad der Vorverfüllung abhängig. Im Winter 2008/2009 waren einzelne Treibschneewände oberhalb des Hohentrattentalhners bereits Anfang Februar komplett zugeweht und wären für ein weiteres größeres Niederschlagsereignis unwirksam gewesen. Ebenso wurde im Winter 2008/2009 festgestellt, dass es bereits Anfang Februar zu kleineren Lawinenabbrüchen aus den verbauten Bereichen heraus kam. Nun war der Winter mit einer

Gesamtschneehöhe von ca. 220 cm kein außergewöhnliches Ereignis für den Dobratsch, da Schneehöhen von 200 cm und mehr seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1921 fünfzehn Mal aufgetreten sind, jedoch zuletzt im Winter 1978/1979, daher seit 30 Jahren nicht mehr. Es ist somit für die Gefahrenzonenplanung, die ein 150-jährliches Ereignis unterstellt, auch mit Abbrüchen aus den verbauten Gebieten heraus zu rechnen.

Selbst ohne Berücksichtigung der oben diskutierten Eventualitäten (Eintrag durch Schneeverwehungen, Verfüllung von Treibschneewänden und Stahlschneebrücken, Abbruch aus verbauten Bereichen) hat die Simulation am Hohentrattentalhner gezeigt, dass Gebäude am östlichen Ortsrand von Bad Bleiberg von Staublawinen aus den



Abb. 9: Unwirksamer Verwehungszaun 10.02.2009, Hohentrattentalhner – Ostseite

Fig. 9: Snow fences without further effect due to snow accumulation

Restabbruchgebieten nach wie vor bedroht sind. Insbesondere ist davon auszugehen, dass Staublawinen bei Temperaturen unter 0° C bis an den Ortsrand vorstoßen können. Fließlawinen aus den Restabbruchflächen können zwar die Gebäude am Ortsrand nicht erreichen, jedoch gefährden sie die Bleiberger Landesstraße auf einer Län-

ge von 300 m, zwei Gemeindestraßen und Teile des Ortsfriedhofes. Neben der Aktualisierung der Katastrophen- und Evakuierungspläne für die örtliche Lawinenkommission erscheinen daher Erweiterungen der Verbauungen am Dobratsch als notwendig.

Lawinenchronik	
1570	20. Dezember – Villacher Amtmann Konrad Senft, 14 Personen, 32 Häuser
1648	St. Bartholomäus-Kirche wurde zerstört (Kessellahner!!)
1664	Nach Bericht von Monsieur Donellen anlässlich seiner Europareise des Eduard Brown 1672: 16 Häuser vernichtet
1716	31. Jänner – Almlahner: mehrere Häuser und Stadeln vernichtet, Frl. Kilzer wurden die Beine abgeschlagen
1765	Keine Angaben über Schäden
1801	23. März – Perschasche Mühlen in Hüttendorf Nr. 73 durch eine sehr große Lawine aus dem Hohentrattenlahner zerstört, 1 Knabe wurde getötet, die anderen Verschütteten konnten lebend geborgen werden
1838	26. Feber – Nötscherlahner, 1 Person verlor das Leben.
1848	14. März – Kessellahner; Mortschkeusche zerstört, 1 Menschenleben
1876	18. März – Nötscherlahner; 8 Tote, 5 Häuser zerstört
1879	25. Feber – Alle Lahner und Riesen; 39 Menschen getötet, mehrere Menschen verletzt, 21 Objekte zerstört, 11 Objekte beschädigt.
1902	3. Feber – Almlahner; 3 Häuser zerstört, einige verschüttete Personen wurden gerettet
1906	1. März – Hohentrattenlahner; Straße bzw. Friedhof verschüttet
1909	5. März – Almlahner; 5 Häuser wurden zerstört, 1 Haus wurde nicht mehr aufgebaut
1915	Hohentrattenlahner, Almlahner und am 12. Feber Nötscherlahner; 1 Mädchen getötet, 2 Personen verletzt, 3 weitere Personen verschüttet, jedoch unverletzt geborgen; Almlahner bis zum Hause Baier, kein größerer Schaden
1923	15. März – Hohentrattenlahner; Nassschneelawine bis knapp vor die Straße nach Unterhüttendorf bzw. Heiligengeist
1927	9. März – Almlahner; Grundlawine bis nahe an die Hauptstraße bzw. Häuser im Ortsbereich
1930	20. März – Almlahner; Grundlawine 50 m breit, nicht ganz so weit wie 1927
	27. März – Hohentrattenlahner; Grundlawine 150 m breit
1937	14. März – Hohentrattenlahner; Abgang nach längeren Regenfällen. Der östliche Ast der Lawine überquerte die Straße nach Heiligengeist

1951	6. Feber – Hohentrattenlahner; Lawine in einer Breite von 40 m und bis 10 m Höhe sperrte die Straße zwischen Friedhof und Ortschaftsbeginn
	7. Feber – Pfarriese; die ca. 10 m hohe Grundlawine blieb vor dem Anwesen Mortsch am Waldrand liegen
1952	15. Feber – Kessellahner; Lockerschneelawine und Grundlawine 4–5m hoch, Haus Nr. 105 zerstört, Haus Nr. 120 leicht beschädigt
1965	4. März – Nötscherlahner; Lockerschneelawine und Grundlawine. Die Lockerschneelawine brach und entwurzelte geradlinig begrenzt den Waldbestand auf eine Breite von rd. 60 m. Die Grundlawine verlief im Gebiet des Grabens
1971	21. Jänner – Hohentrattenlahner; Nassschneelawine bis zur Bleiberger Landesstraße
1972	8. März – Hohentrattenlahner; Nassschneelawine ca. 60 m oberhalb der Bleiberger Landesstraße endend
	8. März – Almlahner; Grundlawine bis 40 m an den Gendarmerieposten
	10. März – Almlahner; 2 Grundlawinen diese überlagernd, 1 Ast östlich, 1 Ast gegen Norden und 1 Ast in Richtung Talstation Gondelbahn ORF
1975	30. März – Almlahner; Lockerschneelawine löst Grundlawine aus
	31. März – Windlawine bringt Äste und Stämme bis 10 m an die Landesstraße
	6. April – 8.30 Uhr und 20.35 Uhr – Grundlawine bis etwa 100 m, Breite rd. 150 m, 10–12 m
	7. April – 15.30 Uhr – auf diese Lawine weitere z.T. große Lawinen
	31. März – Hohentrattenlahner; eine Lockerschneelawine löst eine zweite aus und beide mehrere Grundlawinen. Die Staublawine war im Ortsbereich noch spürbar und hüllte alles in Schneestaub. Die Bleiberger Landesstraße wurde auf eine Länge von 350 m verschüttet
	3. April – kleinere Abgänge bis 300 m südlich der Landesstraße
	6. April – kleinere Abgänge bis 700 m südlich der Landesstraße
	2. auf 3. April – Kessellahner; Lawine bis ca. 50 m vor der Waldgrenze
	7. April – 13.15 Uhr – ca. 100 m vor der Waldgrenze bzw. Wiese
	2. auf 3. April – Brunnlahner
	4. April – Brunnlahner; 21.50 Uhr – Nassschneelawine bis in den Lärchenhochwald
	6. April – Brunnlahner: 10.20 Uhr – oberhalb der Wiese
	4. April – Nötscherlahner; bis zur Schlucht Nötscherlahner, bis Schluchtausgang
	6. April – Nötscherlahner, 16.30 Uhr
1979	4. Mai – Hohentrattenlahner: Lawine geht bis 80 m ober der Landesstraße
1984	26. Feber – Hohentrattenlahner; Lawine von geringer Ausdehnung
	31. März – Hohentrattenlahner: Lawine geht bis ca. 300 m von der Bleiberger Landesstraße entfernt
	4. April – Hohentrattenlahner; Lawine größeren Ausmaßes kommt etwa 100 m ober der Landesstraße zum Stehen

2006	5. März – Hohentrattenlahner; Lawine erreicht den Waldrand
	5. März – Pfarriese; Lawine bleibt oberhalb der Lawinenabweiswand im Bereich der Forststraße stehen
	5. März – Alpenlahner; Lawinen aus 2. Lahner bleiben oberhalb der Forststraße stehen
	5. März – Brunnlahner; Lawine erreicht etwa die Forststraße
	5. März – Schartenlawine; eindeutige Abrisspuren sichtbar, jedoch erreicht Lawine knapp die oberste Forststraße
	5. März – Diverse Riesen zwischen Scharten und Hohentrattenlahner sind abgegangen, jedoch im Bereich der oberen Forststraße zum Stehen gekommen (max. ca. 5 – 10 m über die Forststraße, dann Stillstand!)
2009	5. März – Nötscherlahner und Leiningner: beide Lawinen bleiben im Schuchtbereich stehen.
	4. Februar – Nötscherlahner Fließlawine bis in den Graben unter die Nötschbachquelle
	4. Februar – Leiningner Riese; Fließlawine bis unter die Felswand
	4. Februar – Hohentrattenlahner bleibt zwischen oberen beiden Forststraße liegen
	4. Februar – Brunnlahner im Schluchtbereich zwischen den Forststraßen
	Alpenlahner bleibt ober der oberen Forststraße liegen, jedoch weiter als 2006
	Pfarriese bleibt oberhalb oberer Forststraße liegen
	Alle anderen Lahner und Riesen bleiben auf ca. 1200 – 1600 m stehen

Anschrift des Verfassers / Author's address:

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



**Ihr Ansprechpartner bei ökologischen
 und technischen Planungen.**

BAHNHOFSTRASSE 39 ■ 9020 KLAGENFURT ■ AUSTRIA
 TEL +43 463 516 614 ■ FAX DW 9 ■ OFFICE@UMWELTBUERO-KLAGENFURT.AT

WWW.UMWELTBUERO-KLAGENFURT.AT

WASSER- UND GRUNDBAU, STATIK, BAULEITUNG UND PLANUNG



STAATLICH BEFUGTER UND BEEIDETER
 ZIVILINGENIEUR FÜR DAS BAUWESEN



INGENIEURBÜRO TSCHERNUTTER

Univ.-Prof. DI Dr. Peter Tschernutter

FABRIKSTEIG 10/11, 9500 VILLACH

TEL. 04242-23113, FAX. 23113-3, e-Mail: office@zt-tschernutter.at



Murbrecher Kirchbach



Rückhaltbecken Zitterbach

Wir sichern und kultivieren die Erde

Hang- u. Böschung-
 sicherung

Steinschlagschutz

Stützbauwerke

Stellwälle

Wasserbau

Entwässerung

u.v.m.

J. Krismer
 Handelsges.m.b.H.

Bundesstraße 23
 A - 6063 Innsbruck-Rum

Telefon +43 512 263800
 Fax +43 512 263819
 krismer.hg@EUnet.at



www.krismer.com

EDMUND MAKUC

Das Lawinenunglück in Bleiberg am 25. Feber 1879.

Erzählt von Edmund Makuc, Werksdirektor der Bleiberger Bergwerks-Union in Bleiberg in drei Briefen

*The avalanche accident in Bleiberg on February 25, 1879.
As told by Edmund Makuc, facility manager of the Bleiberg mining
union in Bleiberg, in three letters.*

Erster Brief

„Am 24. Feber war ein schöner Morgen. Die Bewohner Bleibergs atmeten auf. In der Nacht waren die Lawinen abgegangen. Nun war nichts mehr zu befürchten und endlich nach langem Schneefall gutes Wetter angebrochen. Man freute sich an der großartig herrlichen Winterlandschaft und sah dem Schauspiele des Schneepflugfahrens sorglos zu. Gegen 6 Uhr abends bemerkte man jedoch aus Südwest dunkle Wollen aufsteigen und um 8 Uhr abends begann es wieder zu schneien, bei einer Kälte von 6,1 Grad und einem Luftdruck von 678 Millimeter. Wie durch ein Sieb fiel während der ganzen Nacht feiner mehltiger Schnee bei sehr mäßigem Südwestluftzuge. Am Morgen des 25. Feber war die neue Schneelage bereits 0,5 Meter hoch und die Fahrt des Schneefluges nicht mehr möglich. Während des Tages

herrschte ein wahres Unwetter, der Südwestwind steigerte sich zeitweise bis zum Orkan, die Luft war mit Schneestaub erfüllt und feiner, mehltiger Schnee fiel noch immer in dichten Massen, sodass die meteorologische Beobachtungsstation den Niederschlag in den letzten 24 Stunden mit 600 Millimeter (Anm. dürfte der Niederschlag des Monates Februar sein!!) angab. Um 4 Uhr nachmittags hörten wir ein Geschrei des Kanzleidieners vom Portale des Werkdirektionsgebäudes her. Aus allen Zimmern eilten die Beamten herbei, um zu sehen, was es gebe. Man bemerkte Schneewolken vom Alpenlahner mit großer Geschwindigkeit sich gegen die Ortschaft herab wälzen. Kein Zweifel – es ist eine Lawine! Zurück! Tor geschlossen! Unter den quadergebauten Türstock des Kassenzimmers hatten wir uns geflüch-

tet. Zehn bange Sekunden, ein dumpfes Grollen, Poltern und Krachen – und alles war vorüber. Die schönste Gasse Bleibergs lag in Trümmern, sieben Häuser sind zerstört, fünfzig Menschen unter dem Schutt begraben! Jammergeschrei der Kinder und Mütter wurde vernommen. Auf zur Rettung! Die opferwillige Bevölkerung eilt herbei, die diensttunende Mannschaft wurde aus den Werkstätten und Grubenbauen aufgeboten. Im Anfang war man glücklich. Die Familie Bartl Ebner, Edmund Bohuslav, Blasius Zuszner wurden ganz, die Familie Ferdinand Forlen mit Verlust eines Kindes zutage gebracht. Ebenso zwei Knaben (Kaspar Aßlinger und Josef Zelloth) von der Straße, letzterer wohl nur, weil Augenzeugen die Verschüttungsstelle angeben konnten. Einer rettete sich selbst durch den Schornstein, an einer anderen Stelle wurden die Fenstergitter weggebrochen und die beiden eingeschlossenen Lehrerinnen Therese Bohslavsky und Fanni Tschitko aus der augenscheinlichen Gefahr gerettet. Der Apothekerjunge (Johann Fraggele) kletterte angsterfüllt durch eine klaffende Öffnung der Gewölbemauer. Bei der Gendarmeriestation wurde eine Leiter angelegt, damit die Eingeschlossenen durch das Fenster das wankende Haus verlassen konnten. Herzerreißend jammerte eine unglückliche Mutter, welcher ihr Kind, ein sechzehnjähriges, blühendes Mädchen, vor den Augen fortgerissen wurde. Wilde Verzweiflung erfasste einen Vater, der erst unlängst seinen Sohn in Bosnien verloren hatte und jetzt seine beiden schmucken Töchter im Alter von 20 bis 24 Jahren beklagen musste. Doch horch! Was ist das? – Springt's, die Lahn kommt wieder! Alles lief davon, denn ein Nachschub war im Anzuge und wehe dem, den er erreichte. Der voraneilende Windstoß hatte uns bald ergriffen und niedergerissen, jeder glaubte, seine letzte Stunde hat geschlagen, doch wollte er sich noch mit Aufbietung seiner letzten Kräfte auf-

raffen und zu entrinnen suchen. Wirklich gelingt dies allen, mit Ausnahme des Arbeiters Kaspar Egger; dieser war nicht rasch genug, wurde verschüttet und begraben. Wieder eine Familienexistenz vernichtet. Das Weib wurde Witwe, vier Kinder Waisen, ein Nachgeborener war in Aussicht. – Alle zusammen vollständig erwerbslos.

Auf Kinder, zur Arbeit! erschallte es wieder. Doch die Reihen waren gelichtet. Manchen hatte der Schreck gelähmt, viele wollten das eigene Leben nicht wieder wagen, andere mussten fort, weil sie über das Schicksal ihrer eigenen Lieben im Ungewissen waren. Auch jetzt neigten sich die braven Knappen dem Kommando. Die nötige Zahl von 40 Mann für die Rettungsarbeiten war bald wieder beisammen, trotz des Unwetters, trotz der augenscheinlichen Lebensgefahr. Die Rettungsmannschaft wurde bei den einzelnen Unglücksstätten, je nach den lokalen Verhältnissen verteilt. Im Hause des Apothekers Johann Neuszer waren sieben, beim Schneidermeister Mathias Schnabel drei, auf der Straße vier Personen verschüttet und vielleicht noch lebend zu finden.

Auf den Trümmern der Häuser wurden Schächte angelegt, damit man ohne Zeitverlust in das Innere dringen könnte. Mit Entsetzten vernahm man bei Ringic aus der Tiefe kommendes, schwaches Stöhnen. Gleich Dachsen wühlten sich die Knappen in den Schutthaufen. Sie hatten den Eingang gefunden und brachten den Meister in stark gequetschtem Zustande mit einem doppelten Schienbeinbruch, doch lebend hervor. Grässlich waren die Martern seiner Frau; sie war in aufrechter Stellung durch die Lawine an den glühenden Ofen gepresst worden. Nach vielen qualvollen Stunden konnte sie befreit werden, ein erschütterndes Bild des Jammers. Während hier noch einiger Erfolg die Bemühungen lohnte, gestaltete sich das Rettungswerk bei der so ehren-

werten und braven Familie des Apothekers Johann Neuszer immer hoffnungsloser. Das Wohnzimmer im ersten Stock, in welchem das blühende junge Ehepaar vor der Katastrophe sich aufgehalten hatte, war vom Gebäude abgerissen und auf die Straße geschleudert worden und wurde fünf Meter hoch – mit Dachgebälk, Kräuterkisten usw. in grauvollem Durcheinander bedeckt. Die Überreste dieses Familienhauses, das vor einigen Minuten noch die Stätte ungetrübten Glückes war, füllten die ganze Gasse bis zum Dache des gegenüberstehenden einstöckigen Forstamtsgebäudes aus. Der ehrwürdige Pfarrer, Simon Kalischnig, der sich mit Rat und Tat hilfreich an den Bergungsarbeiten beteiligte, fand die Brieftasche des Apothekers, ich den Fächer der Frau, Vorhänge des Wohnzimmers kamen zum Vorschein. Es war kein Zweifel, wir arbeiteten an der richtigen Stelle. Vorwärts, verdoppelt eure Kräfte, denn wir haben keine Zeit zu verlieren!

Das Unwetter, das Toben der entfesselten Elemente wurde jedoch immer Ärger. Heimlich verlangte der Arbeiter Jakob Walker, von der Arbeit enthoben zu werden, da er die Seinigen durchaus nicht länger allein lassen könne. Er wurde unvermerkt entlassen, doch die übrigen müssen bleiben. Man verspricht ihnen doppelte Löhnung und Lebensrettungsprämien; Nahrung und Getränke wurden zur Stärkung verabreicht. Stunde um Stunde verrinnt, ohne uns dem Ziele näher zu bringen. In wilder Wut kam die Windbraut tosend herangezogen, in fürchterlicher Angst jagte die Mannschaft davon. Ich drückte mich, allein auf dem Platze bleibend, an die Mauer des Gendarmeriegebäudes. Die Trattenlawine war abgegangen, das anstoßende Hüttenwerk war ihr Schauplatz. Gott sei den armen Leuten gnädig. Einzeln kamen die Flüchtlinge zurück, ihre Reihen waren furchtbar gelichtet, man musste zu Zwangsmaßnahmen schreiten, um die nötige Ret-

tungsmannschaft wieder aufzutreiben. Bald erfuhr wir die Hiobsbotschaften von Hüttendorf. Drei Wohngebäude und alle Magazingebäude der Bleiberger Bergwerks-Union waren dort bis auf den Grund zerstört, viele Privathäuser arge beschädigt. Die Rettungsarbeiten, welche die ganze Nacht und morgens bis 10 Uhr dauerten, ergaben zwölf Tote und zehn Gerettete. Unter den Toten befand sich auch Jakob Walker, der, wie schon erzählt, kurz vorher bei uns arbeitete und zu seinem Verderben die Enthebung verlangte. Unsere Freunde in Klagenfurt und Villach waren in großer Bestürzung über unser Geschick und namentlich darüber, dass sie für den Augenblick nichts, absolut gar nichts zu unserer Entlastung beitragen konnten. Eine Flut von Telegrammen ließ die furchtbare Aufregung erkennen. Man konsignierte Leute, sammelt Werkzeuge, hält das Militär in Bereitschaft. Alldem setzten die Elemente ein gebieterisches „Halt“ entgegen. Vor zehn Stunden war keine Hilfe von auswärts zu erwarten. Die Bleiberger Bergwerks-Union telegraphierte, man solle keine Mittel scheuen und alle Kräfte zum Rettungswerke aufbieten. Die Grubenarbeiten wurden völlig eingestellt, die gesamte Mannschaft wurde teils zum Rettungswerke, teils zur Herstellung der unterbrochenen Verbindung verwendet. Es war Mitternacht. Wieder müssen wir fliehen und wieder kamen wir gelichtet zurück. Man fand Arzneifläschchen, Tiegel, Schachteln, ein Sacktuch der Frau Apotheker, Teepakete, den Schlafrock des Herrn Neuszer, die Personen jedoch versuchte man vergebens zu entdecken. Die weiteren Grabungen bis zum Anbruch des Tages ergaben nur mehr Schnee- und Holzmassen, sechsmal musste in dieser fürchterlichen Nacht das entsetzliche Feld unserer Tätigkeit in wilder Flucht verlassen werden.

Zweiter Brief

Bleiberg, am 6. März 1879

Beim Tagesgrauen des 26. Feber waren 300 Mann auf dem Platze, 40 davon wurden wie bisher zu den Rettungsarbeiten, die übrigen zur Ausschau felung der Wege in Verwendung genommen. Durch den Lawinensturz der Nacht war auch das letzte Verbindungsstück mit der Außenwelt, die Telegraphenleitung, unterbrochen worden. Unsere Freunde wussten nichts mehr über unser Geschick. Eine Bevölkerung von 5000 Seelen, von der übrigen Mitwelt gänzlich abgeschlossen, musste der Hungersnot und schließlich dem Verderben anheimfallen.

In Erwägung dessen bot der k.k. Bezirkshauptmann Eizinger die benachbarten Ortsgemeinden St. Martin, Emmersdorf und Hohenthurn auf und setzte die Herstellung wenigstens der leichteren Verbindung über Heiligengeist und Labientschach mit einem Aufgebot von 250 Mann nach dreitägigen Bemühungen durch, während unsere Heiligengeister Knappen, 36 an der Zahl, auf der Kunststraße nach Villach uns entgegenarbeiteten. Die Sachlage bei den Rettungsarbeiten wurde natürlich je länger, desto hoffnungsloser. Während meiner Inspektion in Hüttendorf hatten die Knappen, entmutigt durch den Misserfolg, die Arbeitsplätze beim Schneidermeister Schnabl und beim Gemeindehaus vollständig verlassen. Man sei hier bereits bis zu Sohle des Arrestlokales vorgedrungen, ohne etwas zu finden; dort zeigte sich nur Schutt, der keine Ausbeute erwarten lasse. Um nicht planlos herumzuwühlen und bereits geleistete Arbeit unverwertet zu lassen, ordnete ich an, bei Schnabl das Schächteabteufen fortzusetzen und beim Gemeindehause unter dem eingestürzten Dippelboden stollenmäßig zu bauen. Um 9 Uhr vormittags hört der Arbeiter Felderer

ein Wimmern aus der Tiefe des Schuttes. Es war der Schneidermeister Schnabl, dessen Wehklagen, gedämpft durch die Masse des Schuttes, vernommen wurde. Die Sturzträme des bis auf den Grund eingestürzten Hauses wurden nun sofort unterminiert und verspreizt. Eine hervorspringende Katze, sodann ein Kanarienvogel verkündete uns, dass es an Luft dort unten nicht gebreche und dass wenigstens der Erstickungstod niemanden ereilt haben dürfte. Bald war der Meister soweit frei, dass man ihm Milch, Wein und andere Stärkung reichen konnte; seine gänzliche Befreiung war jedoch ein schwieriges Werk. Unter den Trümmern seines Ofens, die Füße von wuchtigen Steinblöcken gequetscht, lag er da, dem durch den Einsturz der Wandstücke drohenden Tode entgegen bangend. Bis 1 Uhr nachmittags dauerte es, bis er an das Tageslicht gebracht werden konnte. Keine von den über 70 durch die Katastrophe getroffenen Menschen hat wohl mehr Seelenpein gelitten als er. Bei vollem Bewusstsein hatte er seine furchtbare Lage erkannt. Er wusste, was vorgegangen war, er hörte das Jammern und schließlich das Todesröcheln seiner unglücklichen Frau, das Atmen und Schluchzen seines sechzehnjährigen einzigen Sohnes, ohne sich dabei rühren zu können. Er hörte schon abends das Sägen und Hämmern der Retter und mit wahnsinnigem Entsetzen wurde er gewahr, dass diese Retter ihr Werk aufgaben, dass sie, dem Ziele so nahe, abstanden. Erst nach einigen Stunden, für ihn Ewigkeiten, wurden sie wieder hörbar. Sein Sohn kam auch noch lebend aus den Trümmern, er starb aber nach wenigen Stunden an der Seite seines Vaters.

Nacheinander wurden jetzt bei Neußer aus den Trümmern der Küche die 3 Mägde Anna Legath, 18 Jahre alt, Marie Hohenberger, 20 Jahre alt, und Anna Hohenberger, 24 Jahre alt, ans Tageslicht befördert, und zwar hauptsächlich durch die rastlose Tätigkeit des verzweifelten, unglücklichen

Vaters Hohenberger. Nun kam Neußers anderthalbjähriges Töchterchen Hanni, welche unter ihrer Wärterin lag, zum Vorschein. Emil, Neußers fünfjähriger Sohn, wurde erst einige Stunden später im Schutze des Stiegenhauses auf dem Gesichte liegend, gefunden. Er war wohl im Begriffe gewesen, zu seinen Eltern zu eilen. Sein Spielzeug, einen Säbel, hatte er bei sich. Die starken Eindrücke am Kopfe ließen bei beiden Kindern auf einen augenblicklichen Tod schließen. Im Gemeindehause wurde nach 24-stündiger Arbeit der 23-jährige Gemeindediener Johann Glantschnig tot aufgefunden, ebenso dessen Mutter Katharina Glantschnig, während die 17-jährige Tochter Maria Glantschnig noch lebend ausgegraben werden konnte. Gefährlich, sehr gefährlich war es hier zu arbeiten. In einem großen Querschnitte hing das Gewölbe über den Knappen und jede Erschütterung, wie zufälliges Anstoßen an diese hängende Masse, konnte deren Niedersturz bewirken und die Rettungsmannschaft verderben.

Dritter Brief

Bleiberg, am 7. März 1879

Schon mittags wurde die Leiche der Frau Schnabl sichtbar. Doch dauerte es bis abends, ehe man sie ganz hervorbrachte, weil sie durch einen Kasten an das Gewölbe gepresst war und dieser nur stückweise weggeräumt werden konnte. Die Ausgrabungen brachten bis abends noch die Leiche der unglücklichen Marianne Knapp, Tochter des Spenglermeisters Knapp zutage. Sie wurde in aufrechter Stellung, in jeder Hand einen Schneeball, beim Brunnen gefunden und in der Wohnung des vielbeschäftigten Werksarztes und Bürgermeisters Dr. Franz Maruschitz mit den Kindern der verunglückten Familie Neußer aufgebahrt. Um 7 Uhr abends erschien nach einem beschwerlichen

und gefährlichen Gange der bezirkshauptmannschaftliche Delegierte Herr Murmeier als erster, den unsere Mitmenschen zu uns entsenden konnten. Bald darauf kam auf dem gleichen Wege über Heiligengeist der Generaldirektor der Bleiberger Bergwerks-Union, Herr Hermann Hinterhuber. Unter dem Eindrucke der furchtbaren Katastrophe, belastet mit der Wucht schwerer Verantwortung, fühlten wir uns durch die Gegenwart der beiden Herren zum ersten Mal nach den beiden schrecklichen Tagen etwas erleichtert. Die Inspizierung der Unglücksstätten, die Besichtigung der Rettungsarbeiten wurde sogleich durchgeführt und sofort das erste Protokoll aufgenommen. Das Protokoll konstatierte 36 Tote und 18 Gerettete. Inzwischen sind jedoch die beiden Schnabl gestorben, sodass 38 Tote und 16 lebend Gerettete zu verzeichnen waren.

Am 27. waren die Grubenwerke in Bleiberg wiederum ganz versperrt. 300 Bergarbeiter waren auf der Straßenstrecke Mittewald – Kreuth zur Herstellung der Kommunikation tätig, während die Ausgrabung der Leichen, nur von solchen konnte man mehr sprechen, auch jetzt durch ungefähr 40 Mann gefördert wurde. Gegen Abend wurden in Anwesenheit der beiden genannten Herren und der soeben erschienenen Verwaltungsräte Mühlbacher und Egger Anzeichen bemerkt, dass man den Ehegatten Neußer nahe gekommen war. Die Nähmaschine der Frau, unter den Trümmern gefunden, ließ uns die Unglücklichen unter dem Dippelboden vermuten. Bald darauf waren die Dielen getrennt und weggeschafft. Das Sofa, der Arbeitstisch, Stühle, die Rechnung, an der Herr Neußer im Augenblicke der Vernichtung arbeitete, die Handarbeit der Frau, die wohl an der Seite ihres geliebten Mannes beschäftigt war, alles dieses deutet darauf hin, dass endlich das rastlos erstrebte Ziel unmittelbar vor uns lag. Noch eine Schaufel, und die Hände des

Mannes werden sichtbar. Er ist bald vom Schnee und Schutt befreit und liegt da in sitzender, stark vorgebeugter Stellung, die geballten Hände nach vorne ausgestreckt. Unmittelbar auf ihm war der Dippelboden gelegen, der Scheitel war durch einen Ziegel eingedrückt, auch in die Weichen drückten mächtige Mauerstücke.

„Eine Hand!“ schreit ein Arbeiter und wir bemerkten unter dem allgemeinen Ausdrucke der schmerzlichen Anteilnahme die zarte Hand einer Frau. Die Hand ist nach dem Gatten ausgestreckt. Jedermann ist mächtig ergriffen, hier soviel Glück grausam zerstört zu sehen und man hörte eine zitternde Stimme die Worte sagen: „Sie sind vereint im Tode, wie sie es im Leben immer waren.“ Unvergesslich wird uns dieser Anblick bleiben. Wir sind während der fürchterlichen Tage dem Tod auf Schritt und Tritt begegnet, wir haben ihm ins Antlitz geschaut und grauenvolle Szenen erlebt; wir haben gezittert und gebebt; wir waren entsetzt und gelähmt; so gerührt, so tiefinnerst gerührt aber waren wir bei keinem Akte des furchtbaren Trauerspieles, wie bei dem Anblicke des Apothekers und seiner Frau. Wir zogen mit dem Pickel einen Schram und bald fiel uns der Leichnam der Frau in die Hände. Die Wucht des Dippelbodens, der auf beiden lag, darüber 5 Meter hoch das Trümmerwerk des Hauses und die Schneemassen der Lawine, die tödlichen Verletzungen, die hermetische Einbettung gaben positive Gewissheit, dass der Tod augenblicklich erfolgt sein musste.

Am 28. Feber bestatteten wir 25 Leichen. Mit vor Schmerz erstickter Stimme hielt unser trefflicher Pfarrer die ergreifende Leichenrede. Freund und Feind war ausgesöhnt; es gab nur ein Gefühl: das des tiefsten Schmerzes. Der unglückliche Gemeindediener Pichler und Schneidermeister Schnabl wurden am Sonntag, den 2. März im Beisein des Bezirkshauptmannes Einzinger bestat-

tet, nachdem vorher die Spende Seiner Majestät des Kaisers, 1000 Gulden, zur Verteilung gekommen war.

Wahrhaft rührend ist die Teilnahme des Landes, der Korporationen, Vereine, Redaktionen und der einzelnen in tatkräftiger Unterstützung für die Betroffenen. Die Verwaltungsräte R. Holenia und Paul Mühlbacher stellten ihre Privathäuser zur Unterbringung der Obdachlosen zur Verfügung. Die Bleiberger Union, obschon selbst hart geschädigt, sperrte den Bergwerksbetrieb und stellte das ganze Personal des äußeren Bleiberges zur Verfügung. Auch wurden von ihr je 20 Gulden zur augenblicklichen Linderung des Notstandes der hinterbliebenen Armen sofort verteilt. Auch die Wodleysche Bergwerksgesellschaft kam uns mit einem Teil ihrer Arbeiter in anerkannter Weise zu Hilfe.

Zur Stunde, da ich diesen Bericht schreibe, werden noch fünf Leichen vermisst, darunter der bereits erwähnte Rettungsarbeiter Kaspar Egger.

KASIMIR KULTERER

Rückbaumaßnahmen an einem Wildbach im Rahmen eines EU-LIFE- Projektes; Einflüsse durch energiewirtschaftliche Nutzung

Renaturation measures on a torrent in the scope of an EU-LIFE project; Influences of energy-efficient use

Zusammenfassung:

Im Zuge des EU-LIFE-II-Projektes Obere Drau wurde die Geschiebestausperre am Feistritzbach in der Gemeinde Berg in einer ökologisch und schutztechnisch dem Stand der Technik angepassten Form neu errichtet. Der Neubau in kronenoffener Bauweise wurde notwendig, da die bestehende Sperre als nur mehr bedingt standsicher beurteilt wurde. Die Geschiebedosiersperre wurde im Vorfeld der vorhandenen Sperre errichtet, welche nun stufenweise abgetragen wird.

Durch diese Maßnahme können die im Stauraum der Sperre lagernden Geschiebemengen wieder der Drau zugeführt werden und durch den nachhaltigen Geschiebeeintrag kommt es zu einer Verminderung der Sohleintiefungstendenz der Drau. Es wird dadurch neben dem ganzheitlichen Schutz des Fließgewässer-Ökosystems letztendlich eine Stabilisierung des Grundwasserspiegels im Drautal erreicht.

Da auf die Geschiebestausperre ein Ausleitungsbauwerk (Tiroler Wehr) für ein Kraftwerk aufgesetzt war, musste ebenso in den Sperrenneubau ein Entnahgebauwerk integriert werden. Das geltende Wasserrecht ist auf eine Entnahmemenge von 1200l/s ohne Restwasserabgabe beschränkt, welche einer Nieder- bis Mittelwasserführung des Feistritzbaches entspricht. Ein Geschiebetransport ist somit nur bei Mittel- bis Hochwasserführung möglich. Eine Pflichtwasserdotierung gemäß EU-WRRRL wird bei Eintreten der Rechtsgültigkeit 2010 vorgeschrieben werden.

Projektbegleitend erfolgt ein Monitoring mittels terrestrischem Laserscan, um ein Geschiebebilanzmodell zu erhalten, durch welches eine Geschiebedisposition vom Retentionsraum bis zum Eintrag in den Vorfluter Drau beobachtet und beurteilt werden kann.

Summary:

The existing sediment control dam on Feistritzbach in Berg can no longer assure complete stability; therefore a new, state-of-the-art dam has to be built in an ecological manner. The protection measures are part of the "EU LIFE II Projekt Obere Drau" based on the resulting improvement for the whole ecological system in this area.

The new control dam will be built in the front of the existing one and, after it is finished, the old one will be removed. So in the course of normal discharge, the sediment, which was retained by the dam, can pass through the new one and can access the Drau river. In times of peak discharge, the new control dam keeps back the bedload and the woody debris. The effect of the sediment flow into the Drau is the reduction of the sinking tendency of the riverbed and the stabilization of the ground water level in this river section. To observe the sediment transport, monitoring with a terrestrial laser scan is also part of the project.

1. Allgemeine Beschreibung des Projektgebietes

1.1 Geographische Lage

Der Feistritzbach in der Gemeinde Berg im Drautal, Bezirk Spittal/Drau, entwässert das südlich der Ortschaft Feistritz/Berg liegende, 14,94 km² große und nach Norden exponierte, trichterförmige Einzugsgebiet. Die höchste Erhebung ist der zu den Gailtaler Alpen der Südlichen Kalkalpen gehörende, 2.371 m hohe Reißkofel. Der ca. 6,8 km lange Bachlauf durchzieht ein im oberen und mittleren Teil zu Rutschungen neigendes Grabengebiet.

1.2 Geologie und Geomorphologie

Geologisch ist das Einzugsgebiet dem Trias zuzuordnen, wobei Gutensteiner und kristalline Kalke sowie die Partnachschichten der Trias das Grundgestein bilden. Im Mittellaufbereich befinden sich mächtige Kalkschuttablagerungen, welche im Ereignisfall durch Einrutschung der Grabeneinänge sowie durch den Eintrag aus großflächigen Rutschungen das Geschiebepotential darstellen. Dementsprechend ist der Feistritzbach als Jung-

schuttbach einzuordnen, wobei das Geschiebepotential ca. 70.000m³ beträgt.

Der ausgeprägte, flach geneigte Schwemmkegel ist teilweise aus glazialen und vorwiegend aus fluviatilen Schottern aufgebaut. Die mächtigen Geschiebeablagerungen im Unterlaufbereich haben sich auch auf die morphologischen Verhältnisse der Drau ausgewirkt, wobei es zur Ausbildung der markanten Nordschleife der Drau kam.

1.3 Klima und hydrologische Verhältnisse

Klimatisch ist das Gemeindegebiet der gemäßigten subkontinentalen Randzone zuzuordnen. Die Niederschlagszahlen der Station Greifenburg liegen bei 1240 mm Jahresniederschlag, ein Wert, der im Bereich des österreichischen Durchschnitts liegt. Der maximale Einzelniederschlag wurde am 9.1.1917 mit 191,7 mm auf der Station Oberdrauburg gemessen (635 m SH).

Für das Einzugsgebiet wurde lt. Berechnung der Abt. 18 Hydrographie des Amtes der Kärntner Landesregierung ein Maximalabfluss von $HQ_{100} = 40,00\text{m}^3/\text{sec}$ berechnet; für das 150-jährliche Ereignis wurde der Abfluss mit $HQ_{150} = 45,00\text{m}^3/\text{sec}$ angegeben. Diese Werte

decken sich mit der Berechnung der WLW laut Wundt mod. nach Länger. Die Niederschläge des Gebietes sind im Frühjahr (starke Schneefälle mit anschließendem Schönwetter) am intensivsten. Gefährlich sind weiters auch die Höhentiefs Anfang November in Verbindung mit der VB-Zyklone. Die Gewitterhäufigkeit für dieses Gebiet wird von TROSCHL (1980) mit 27 Gewittern pro Jahr angegeben.

1.4 Abgrenzung WLW – Wasserbauamt

Der Feistrizbach liegt bis zur Gemeindestraßenbrücke im Kompetenzbereich der WLW, ab der Brücke bachabwärts im Kompetenzbereich des Amtes der Kärntner Landesregierung Abt. 18 – Unterabteilung Spittal/Drau.

2. Geschichtlicher Rückblick

Der Feistrizbach wird schon seit Anfang des letzten Jahrhunderts zur Energiegewinnung genutzt. Sägen und Mühlen wurden über ein Ausleitungsgerinne rechtsufrig des Feistrizbaches versorgt.



Abb. 1: Zerstörung des Querwerkes in Holzkastenbauweise am 14. Juni 1952

Fig. 1: Destruction of wooden dam on June 14, 1952

Die Ausleitung funktionierte über ein Querwerk mit Wehranlage im Bereich des Grabenausganges der Ochsen Schlucht. Dieses Bauwerk wurde bei Hochwasserereignissen immer wieder zerstört; ebenso das Ausleitungsgerinne. Der erste Verbaunungsantrag stammt aus dem Jahre 1929, doch aufgrund der nicht eindeutig zuordenbaren Erhaltungspflicht für die bestehende Wehranlage und ergebnisloser Verhandlungen mit den Interessenten wurden seitens der WLW keine Verbaunungsmaßnahmen durchgeführt. Nach dem Hochwasser am 14. Juni 1952 wurde die Sperre mit Wehranlage wieder zerstört, wodurch das gesamte hinterfüllte Geschiebe frei wurde und sich schadbringend im Unterlaufbereich abgelagert hat.

Nach den Hochwasserereignissen 1960 wurde das erste WLW-Projekt im Zuge des generellen Projektes für Hochwassersofortmaßnahmen 1960 erstellt. Als Maßnahme wurde eine Geschiebestausperre 1961 am Grabenausgang errichtet. 1968 wurde diese Geschiebestausperre durch die provisorische Wassergenossenschaft mit Zustimmung der Wildbach- und Lawinenverbauung erhöht und eine Ausleitung mittels Tiroler Wehr integriert.

3. Gefährdungssituation

Der Feistrizbach ist seit langem als Gefahr bringender Wildbach bekannt. Im Herbst 1928 entstanden schwere Schäden durch ein Hochwasserereignis, ebenso am 24. Juli 1930. Am 14. Juni 1952 wurde durch ein Hochwasser die privat errichte-

te Stausperre mit Ausleitung am Grabenausgang weggerissen. Laut den Berichten der WLW wurde am 05. und 06. 09. 1960 ein starkes Hochwasserereignis aufgezeichnet, wodurch die damals wieder errichtete Sperre am Grabenausgang zerstört wurde. Die nächsten Hochwasserkatastrophen fanden mit den regionalen Hochwasserereignissen 1965 und 1966 statt.

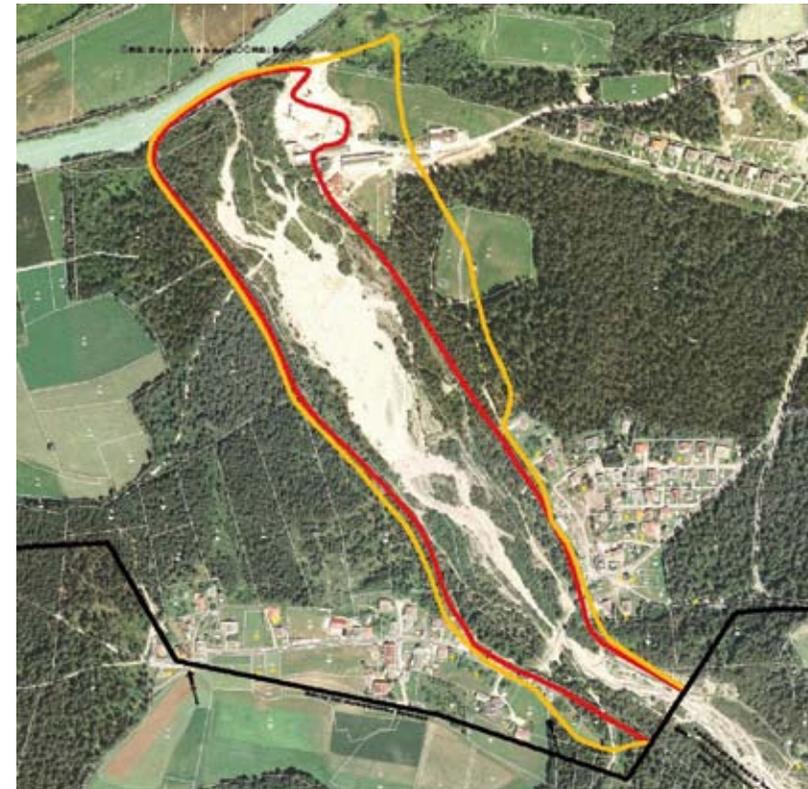


Abb. 2: Gefahrenzonenabgrenzungen lt. GZP 1982

Fig. 2: Hazard zone limitations according to hazard zone map 1982

Am 14. und 15. 10. 1979 führte der Feistrizbach wieder Hochwasser und aufgrund der Schotterentnahme oberhalb der Geschiebestausperre führte der Bach im Unterlaufbereich nur mehr geschiebeentlastetes Wasser. Dadurch kam es zu einer Absenkung der Gewässersohle im Bereich der Gemeindestraßenbrücke um ca. 2m, was zu einem Freilegen des rechtsufrigen Brückenwiderlagers führte. Der Einlaufbereich der Gemeinde-

straßenbrücke wurde im Zuge des Verbaunungsprojektes durch eine Sanierung der linksufrigen Ufersicherung in GSS und der Sohlrampe unterhalb der Brücke sowie des Neubaus der rechtsufrigen Ufersicherung optimiert. Durch diese Maßnahmen werden die Schwankungen der Gewässersohle im Brückenbereich minimiert und ein Auflanden verhindert.

Der derzeit gültige Gefahrenzonenplan der Gemeinde Berg im Drautal aus dem Jahre 1982 stellt auch die aktuellen Verhältnisse im Einzugsgebiet dar. Derzeit sind bei einem Großereignis im Ausmaß der Roten Gefahrenzone vor allem am Schwemmkegel die Gemeindestraßenbrücke über den Feistrizbach und randlich die Siedlungsbereiche der Ortschaft Feistriz/Berg rechts- und linksufrig betroffen. Das Werksgelände eines Sägewerkes rechtsufrig im Mündungsbereich ist im Ausmaß der Gelben Gefahrenzone flächig gefährdet.

4. Verbaunungsnotwendigkeit und Verbaunungsziel

Die Ausarbeitung des Verbaunungsprojektes wurde notwendig, da die 1961 errichtete Geschiebestausperre aufgrund von großflächigen Betonausplattungen als nur mehr bedingt statisch standsicher beurteilt wurde.

Für den Neubau der Geschiebedosiersperre wurde eine kronenoffene Bauweise mit Wildholzrechen gewählt, um einerseits eine Geschiebebewirtschaftung zu ermöglichen und andererseits aus ökologischen Gründen eine Durchgängigkeit der Gewässersohle zu erzielen.

Die Geschiebedosiersperre wurde im Vorfeld der vorhandenen Sperre errichtet, welche nun stufenweise abgetragen wird. Es kommt dadurch zu einem kontinuierlichen Abtrag der derzeit im Verlandungsraum lagernden Geschiebemengen. Die Konstruktion des Wildholzrechens erfolgte so, dass eine flexible Aufteilung der Träger ermöglicht wird, um auf Schwankungen der Geschiebeauflandungen im Retentionsbereich reagieren zu können und den Rechenabstand je nach Erfordernissen variieren zu können.

Das Retentionsvolumen der Geschiebedosiersperre beträgt nach der Entleerung des derzeit hinterfüllten Verlandungsraumes der bestehenden Sperre ca. 30.000 m³.

Als Verbauungsziel kann primär der weitgehende Schutz der Ortschaft Feistritz/Berg sowie deren Erreichbarkeit angesehen werden. Sekundär sollen die bestehenden Kulturgründe sowie das lokale Straßennetz geschützt werden.

Zustand vor dem Sperrenneubau:

- Standsicherheit nur mehr bedingt gegeben (durchgeführte statische Überprüfung) – Betonausplatzungen



Abb. 3: Geschieberückhaltesperre Baujahr 1961

Fig 3: Debris retention dam constructed in 1961

- Kein ständiger Geschiebetrieb in den Vorfluter Drau
- Retention größerer Geschiebemengen bei einem Hochwasserereignis nicht möglich

5. Energiewirtschaftliche Nutzung

Da sich im von der Wassergenossenschaft errichteten Aufbau zur bestehenden Sperre eine Ausleitung befindet, hat sich die Wildbach- und Lawinerverbauung, um das Schutzziel zu erreichen, bereit erklärt, eine Neugestaltung der Ausleitung mittels Tiroler Wehr in das Sperrenbauwerk zu integrieren. Diese Ausleitung wurde mit einer Vorrichtung zur Abgabe einer Restwassermenge, wie in der EU-Wasserrahmenrichtlinie vorgesehen, errichtet.

Das bestehende Wasserrecht bezieht sich auf eine Ausleitungsmenge von 1200 l/s. Da diese Wassermenge nur bei Mittel- bis Hochwasserführung erreicht wird, entspricht dies einer Totalausleitung. Im rechtsgültigen Bescheid von



Abb. 4: Neu errichtete Geschiebedosiersperre 2008/2009 mit Tiroler Wehr und Restwasserabgabe

Fig. 4: Newly constructed debris dosing dam 2008/2009 with Tyrolean weir and residual water discharge

1968 wurde die Abgabe einer Restwassermenge nicht vorgeschrieben und es wird daher zur Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie eine Pflichtwasserdotierung vorgeschrieben werden.

6. Ökologische Verbesserungen – EU LIFE OBERE DRAU II

Der Geschiebeeintrag des Feistritzbaches in die Drau ist auch aus ökologischer Sicht als äußerst wichtig zu beurteilen, da durch den Eintrag die ökologische Funktionsfähigkeit der Drau auch in Zukunft gewährleistet bleibt. Ein Absinken der Gewässersohle sowie in weiterer Folge eine Absenkung des Grundwasserspiegels wird durch die Geschiebezufuhr verhindert.

Weiters kommt es neben einer Pflichtwasserabgabe zu einer Verbesserung des Fisch-

und Benthoslebensraumes, da nun eine Fischpassierbarkeit bzw. Durchgängigkeit der Sperre gegeben ist. Ebenso wird die standortspezifische Vegetation, wie z.B. Sumpfstendelwurz (*Epipactis palustris*), erhalten und das NATURA-2000-Gebiet im Sperrenbereich angepasst.

Die Abwicklung des LIFE-II-Projektes erfolgt durch das Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 18 – Wasserwirtschaft – Unterabteilung Spittal und die WLW tritt als Projektpartner auf.



6.1 Monitoring Geschiebeumlagerung

Projektbegleitend wird ein Monitoring der Geschiebeablagerung bzw. Umlagerung mittels terrestrischem Laserscanning durchgeführt. Ziel dieses Monitoring ist es, eine Geschiebebilanz

in geeigneter Genauigkeit mit Darstellungen der Anlandungen bzw. Umlagerungen zu erstellen. Dabei soll festgestellt werden, wie sich die derzeit ca. 30.000 m³ hinter der Sperre lagernden Geschiebekubaturen bei einer Hochwasserführung auf die Ablagerungen im Unterlaufbereich auswirken bzw. wie viel Geschiebe der Drau in Summe zugeführt wird. Die Aufnahmen erfolgen einmal jährlich und werden jeweils durch eine Zusatzmessung nach Hochwasserereignissen ergänzt. Die letzte Messreihe soll mit Ende des EU-Projektes 2011 erfolgen.



Abb. 5: Beginn des Sperrenabtrages (links) und teilweise geschleifte Sperre (rechts)
Fig. 5: Start of the dam removal (left) and partial razed dam

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Kasimir Kulterer
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
Sektion Kärnten, Gebietsbauleitung Oberes Drautal und Mölltal
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
e-mail: kasimir.kulterer@die-wildbach.at

Literatur / References:

LÄNGER, E. (1981): Die Hochwasser – Abflussmengen kleiner Wildbacheinzugsgebiet. Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinerverbauung Österreichs. 45. Jahrgang

MOSER, J. et al. (2009): Leitfaden: Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten. Version vom 24.02.2009 BMLFUW, Wien

TROSCHL, H., (1980): Klimatographischer Abriss von Kärnten - Klimadaten Gemeinde-weise, Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung, Kärntner Landesregierung, Abt. Landesplanung, Band 21, Klagenfurt

Stahlschneebrücken Skigebiet Klausberg – Ahrntal/Südtirol

Ablenkwand Monte Cristallo – Cortina

Keilbolterplatte Streckmetallrohr für Bohrflochstablisierung

Mair Wilfried GmbH
I-39030 St. Lorenzen
Tel: +39 0474 474 071 · www.mairwilfried.it · info@mairwilfried.it

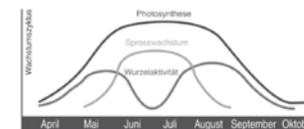
Stahlschneebrücken, Triebsschneewände, Ablenkwände

Optimierte Versetzung - profitieren Sie von LIECO Ballenpflanzen

Die Versetzung ist von Frühjahr bis Spätsommer möglich:

Spätsommernaufforstung

- Arbeitsspitzen im Frühjahr vermeiden
- Herbstwurzelauswuchs nutzen
- Bodentemperatur beachten
- hohe und vitale Anwuchsraten



Winterlager

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



Doppelt im Vorteil



LIECO GmbH & Co KG

www.lieco.at **LIECO** **BALLENPFLANZEN**

JÜRGEN PETUTSCHNIG, HANSJÖRG HUFNAGL

Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei Wildbachverbauungsprojekten am Beispiel des Eitwegerbaches im Lavanttal / Kärnten

Consideration of ecological aspects in the torrent defence projects based on the example of the Eitweger torrent in the Lavant valley / Carinthia

Zusammenfassung:

Wesentliches Erfolgskriterium für den Einklang zwischen Hochwasserschutz und ökologischem Gewässerschutz ist einerseits die richtige Wahl des Verbauungsansatzes unter Berücksichtigung des Gewässertyps und der Gewässercharakteristik und andererseits die Verfügbarkeit von Grundflächen.

Bereits bei der Planung werden die Weichen für ein entsprechendes Gelingen gesetzt. Ökologische Fachplanungen können daher einen wichtigen Beitrag bei Verbauungsprojekten leisten.

Am Beispiel des Eitwegerbaches wird aufgezeigt, dass durch eine gezielte Geschiebewirtschaftung der Verbauungseingriff bezogen auf den gesamten Bachlauf reduziert werden kann. Die Nutzung aller verfügbaren Flächen ist Grundvoraussetzung für die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ursprünglichen Gewässercharakteristik und -dynamik. Bei beengten Platzverhältnissen kann die Herstellung eines entsprechenden Hochwasserschutzes weiterhin mit zumindest vorübergehenden, massiven Eingriffen ins Gewässersystem verbunden sein, wenn zuvor alle Möglichkeiten zur Erhöhung des ökologischen Spielraumes im gesamten Ökosystem Bach ausgeschöpft wurden.

Summary:

The main success criteria for the harmony between flood control and water conservation is, on the one hand, the correct selection of the defense design under consideration of the type and characteristic of the waters and, on the other, the basal area.

The gates are set for the corresponding level of success during the planning. Ecological specialist planning can play an important role in defence projects.

The example of the Eitweger torrent shows that targeted management of debris can reduce the constructional activities along the entire watercourse. The use of all available land is a prerequisite for maintaining or recovering the original characteristic and dynamic of the waters. When space is limited, corresponding flood control can still succeed with at least provisional, massive access to the waters if, previously, all possibilities for increasing the ecological area have been exhausted over the complete ecosystem of the torrent.

1. Allgemeines zu ökologischen Planungsinhalten bei Wildbachverbauungsprojekten

Bei der Maßnahmenplanung der Wildbachverbauung ist seit den letzten Novellierungen des Wasserrechtsgesetzes neben dem Schutz vor Naturgefahren auch der Schutz des Gewässers zu berücksichtigen. Unter dem Schutz des Gewässers ist einerseits die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers, andererseits ein Verschlechterungsverbot bei natürlichen und naturnahen Gewässern bzw. ein Verbesserungsgebot bei beeinträchtigten Gewässern zu verstehen. Bei erforderlichen Schutzmaßnahmen im unmittelbaren Gewässerbereich muss daher ein verstärktes Augenmerk auf Lösungen gelegt werden, die dem Gewässer genügend Raum geben, damit gewässertypische dynamische Prozesse (wieder) stattfinden können.

Dies setzt einerseits das Vorhandensein von genügend Flächen voraus, andererseits müssen bereits bei der Planung die vorhandene Gewässercharakteristik sowie das Gewässerentwicklungspotenzial berücksichtigt werden.

Bereits im Jahr 1996 wurde vom Ar-

beitskreis „Wildbachverbauung und Ökologie“ ein Positionspapier unter dem Titel „Ökologische Planungsinhalte und Kriterien bei Projekten der Wildbachverbauung“ erarbeitet (Arbeitsgruppe Wildbachverbauung und Ökologie, 1996). Die im Positionspapier angeführten Vorgaben beispielsweise hinsichtlich Verfahrensablauf, ökologischer Planungsinhalte, ökologischer Zielsetzungen und Kriterien zur Beurteilung von Verbauungsmaßnahmen können noch immer als aktuell angesehen werden.

Durch die Berücksichtigung der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Wasserrechtsgesetz haben sich die gesetzlichen Vorgaben in Hinblick auf den Gewässerschutz zusätzlich verstärkt.

In den Technischen Richtlinien der Wildbach- und Lawinverbauung (2006) sowie in diversen Leitfäden des Bundesministeriums, wie beispielsweise dem Leitfaden für die hydro-morphologische Zustandserhebung (Mühlmann, 2009), wurde den Grundsätzen des Gewässerschutzes Rechnung getragen.

Beim Verbauungsprojekt des Eitwegerbaches (1998) im Lavanttal / Kärnten wurden im Rahmen eines interdisziplinären Planungsprozesses umfangreiche ökologische Untersu-

chungen durchgeführt und deren Ergebnisse bei der technischen Planung in Form einer ökologischen Fachplanung berücksichtigt. Das Projekt wurde zwischenzeitlich größtenteils umgesetzt. Nachfolgend wird über die hierbei gewonnenen Erfahrungen berichtet.

2. Verbauungsprojekt Eitwegerbach

Der Eitwegerbach ist ein orographisch linksufriger Zubringer der Lavant. Der murfähige Wildbach entspringt im Bereich der Koralpe. Er besitzt ein Einzugsgebiet von rund 5,0 km². Bei einem Bemessungsereignis wird von einer Geschiebefracht von mind. 30.000 m³ und einem Spitzenabfluss von 35 m³/s ausgegangen. Die Mobilisierung des Geschiebes wird vornehmlich durch die Auswaschung von Mittellaufalluvionen erwartet.

Die Hochwassercharakteristik der Koralpe ist dadurch gekennzeichnet, dass die zeitlichen Abstände zwischen Katastrophenereignissen relativ groß sind, dafür die Heftigkeit und Gewalt dieser Ereignisse verheerende Ausmaße annehmen können.

Im Jahre 1996 trat die Stadtgemeinde St.Andrä/Lav. mit dem Wunsch an die WLW, Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten, heran, die Ortschaft Eitweg vor Hochwässern zu schützen. Anlass war die fertig gestellte Verbauung am Gemmersdorferbach. Das Einzugsgebiet des Gemmersdorferbaches befindet sich in unmittelbarer Nähe des Eitwegerbaches. Die beiden Bäche besitzen die gleiche Hochwassercharakteristik und ein ähnliches Gefahrenpotenzial. In den letzten Jahren ereigneten sich zwei Hochwässer im Bereich des Gemmersdorferbaches, wobei sich die Verbauung bewährt hat und Schäden im Ortsbereich von Gemmersdorf verhindert werden konnten.

Bei der Verbauung des Eitwegerbaches standen zwei Verbauungsvarianten zur Auswahl.

Die erste Variante sah eine massive Verbauung des Oberlaufes zur Konsolidierung des Geschiebes und vorhandener Rutschungen sowie eine lineare Verbauung im Unterlauf vor. Diese Variante stellte sich aber als nicht wirtschaftlich und ökologisch bedenklich heraus.

Die zur Ausführung gelangte Variante umfasst im Mittellauf die Errichtung eines Murbrechers mit 6.000 m³ und einer Geschiebesortiersperre mit 8.000 m³ Rückhalteraum, das anfallende Wildholz wird durch einen Rechen herausgefiltert.

Am Grabenausgang wird ein Geschiebeablagerungsplatz mit ca. 20.000 m³ Rückhalteraum hergestellt, wobei auf die ökologische Ausführung besondere Rücksicht genommen wurde.

Unterhalb des Geschiebeablagerungsplatzes ist auf einer Länge von ca. 2 km ein linearer Ausbau mit Sohleintiefungen und Profilsaufweitungen vorgesehen, dies erfordert großteils Ufer- und Sohlsicherungen in Grobsteinschlichtungen, wobei auf den natürlichen Bachcharakter bedacht genommen wurde. Bei beengten Raumverhältnissen ist die Errichtung von Leitwerken in Beton erforderlich. Die Leitwerke wurden mit Strukturmaten rau gestaltet.

Im Ortsbereich ist es aus hydraulischen Gründen auch erforderlich, drei Landesstraßenbrücken und 11 Gemeindestraßenbrücken neu zu errichten.

Mit den Verbauungsmaßnahmen wurde erst 2005 begonnen, da es bei der wasserrechtlichen Genehmigung mit bestehenden Wasserrechtlichen Schwierigkeiten gab. Die Baumaßnahmen sollen im Herbst 2010 abgeschlossen werden.

3. Ökologische und landschaftspflegerische Aspekte beim Verbauungsprojekt Eitwegerbach

Im Juli 1998 wurde vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebiets-

bauleitung Mittel- und Unterkärnten, das Umweltbüro Klagenfurt (vormals Institut für Ökologie und Umweltplanung) mit der Durchführung einer ökologischen Fachplanung für den Bachabschnitt zwischen hm 0,0 (Mündung in den Werdenbach) und hm 38,85 (oberes Ende der geplanten Verbauungsmaßnahmen) beauftragt.

Der Auftrag bestand im Wesentlichen aus den folgenden Leistungspunkten:

- Erfassung und Beschreibung des Ist-Zustandes bezüglich Ökomorphologie, prägender Vegetationstypen und Fischbestand
- Planliche Darstellung der aktuellen Beeinträchtigung und des Natürlichkeitsgrades des Baches
- Planung von dem Gewässertyp entsprechenden Bautypen
- Planliche Darstellung der geplanten ökologischen Maßnahmen

Gewässercharakteristik

Der untersuchte Abschnitt umfasst einen Teil des Mittellaufes (hm 38,85 – 32,09) und den gesamten Unterlauf (hm 32,09 – 0,0). Der Unterlauf lässt sich in zwei Abschnitte unterteilen. Diese sind der Murkegelabschnitt bis hm 13,60 und der unterhalb anschließende, flache Schwemmfächerabschnitt.

Das Bachbett ist im Grabenabschnitt durch große Findlingssteine geprägt. Das gleichmäßig ansteigende Bachgefälle und die Breite der Talsohle im Mittellauf sind deutliche Hinweise auf die Auffüllung der Grabensohle mit grobem Geschiebe. Die Findlingssteine sind auch noch im Murkegelbereich des Unterlaufs feststellbar. Besonders die durch große Findlingssteine stufig ausgebildete Bachsohle ist charakteristisch für den Eitwegerbach.

Ab dem Grabenausgang bei ca. hm 32, fließt der Bach im Bereich des Schwemmkegels in

der rechtsufrigen Tiefenlinie in einem kleinen Bachbett ab. Die linksufrig befindliche muldenartige Geländevertiefung stellt eine alte Hochwasserabflussrinne da, wie dies auch der im Jahre 1990 erstellte Gefahrenzonenplan aufzeigt. Der Schwemmkegel selbst wird landwirtschaftlich (Grünland, Weide) und als Siedlungsgebiet genutzt.

Ab hm 26,8 fließt der Bach durch Ortschaftsteile der Ortschaften Eitweg und Mosern. In diesen Bereichen ist das Bachbett sehr stark eingengt. Streckenweise sind die Ufer mittels Steinschlichtungen gesichert. Zwischen den Ortschaften durchfließt der Bach landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Ein natürlich ausgebildeter Uferbegleitsaum fehlt über weite Strecken. Zumeist ist der vorkommenden Gehölzstreifen sehr aufgelockert und auf die Uferböschung beschränkt.

Typisierung des Eitwegerbaches

Der Eitwegerbach entspricht im Bereich des Untersuchungsgebietes (Unterlauf) nach der Methodik der Kärntner Flusstypisierung einem Berglandbach – kalkarm (PETUTSCHNIG 1997).

Der geologische Untergrund im Einzugsgebiet des Eitwegerbaches kann dem Altkristallin der Koralpe zugeordnet werden (KRAINER 1998).

Nach ELLENBERG (1986) liegt das untersuchte Gebiet im Bereich der submontanen und montanen Höhenstufe. Als vegetationskundlich und naturschutzfachlich hochwertig sind die Schwarzerlen- und Eschenbachaustände sowie einzelne, ältere Schwarzerlen entlang des Baulaufes einzustufen.

Hydrologisch ist der Bach durch ein nivales, gemäßigtes Abflussregime mit einem durch Schneerückhalt geprägten, winterlichen Abflussminimum und einem Abflussmaximum im Mai gekennzeichnet (PARDE 1947).

Nach den auftretenden Fischarten (überwiegend Bachforelle, vereinzelt Bachsaibling und

Regenbogenforelle) kann der Eitwegerbach der Oberen Forellenregion zugeordnet werden (SANDROCK 1981). Im Zuge einer Fischbestandsaufnahme wurden eine Fischbiomasse von 386 kg/ha (29 kg/km) sowie eine Fischdichte (Abundanz) von 7128 Ind/ha (538/km) festgestellt. Im Vergleich zu Fließgewässern ähnlicher Größenordnung, insbesondere zu anderen Bächen im Einzugsgebiet der Koralpe kann die Fischbiomasse als relativ hoch angesehen werden. Vergleichsweise konnten für den in der Nähe gelegenen Gemmersdorferbach Fischbiomassen zwischen 112 und 304 kg/ha festgestellt werden.

Der Bach besitzt im Untersuchungsgebiet eine mittlere Breite von 1 bis 2 m. Der Abfluss lag zum Zeitpunkt der Kartierung (Oktober 1998) bei rund 100 Liter/sec.

Durch die vorhandenen Verbauungen im Unterlauf (unmittelbar angrenzende Siedlungsgebiete) wurde die Gewässermorphologie und daraus resultierend der Natürlichkeitsgrad des Eitwegerbaches bereits in der Vergangenheit nachhaltig verändert.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den Natürlichkeitsgrad im Untersuchungsgebiet.

Natürlichkeitsgrad	Summe der Abschnittslängen (m)	Prozentanteil (%)
Natürlich (1)	0	0
Weitestgehend natürlich (1,5)	510	13,1
Naturnah (2,0)	625	16,1
Mäßig naturnah (2,5)	1.235	31,8
Naturfern (3,0)	1.455	37,5
Naturfremd (3,5)	0	0
Naturwidrig (4,0)	60	1,5
Summe	3.885	100

Tab. 1: Prozentanteil der Natürlichkeitsgrade (für den gesamten Bachlauf)

Tab. 1: Percentage of natural state (over the entire watercourse)

Allgemeine Zielsetzungen der ökologischen Fachplanung

Das Verbauungsprojekt Eitwegerbach 1998 sieht im Wesentlichen eine Geschiebebewirtschaftung im unteren Mittellauf sowie im oberen Abschnitt des Murkegels sowie einen linearen Ausbau (Abflusserhöhung) im Bereich der Siedlungsgebiete vor. Dadurch können umfangreiche Verbauungsmaßnahmen im Ober- und Mittellauf des Baches (Geschiebekonsolidierung) verhindert und die Eingriffe im Unterlauf auf ein unbedingt erforderliches Ausmaß reduziert werden.

Durch die Berücksichtigung von ökologischen Zielsetzungen bei der Bautypenwahl können verbauungsbedingte, ökologische Defizite minimiert werden. Die nachfolgenden allgemeinen Punkte wurden bei der Planung und bei der bisherigen Umsetzung berücksichtigt:

- **Erhaltung von typischen Landschaftselementen**

Im Bereich des Geschiebeablagerungsplatzes werden durch die Erhaltung von landschaftsspezifischen Strukturen (Gehölzinseln, hügelige Strukturen) und durch die Ausbildung von fließenden Geländeübergängen die negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild minimiert (siehe Abb. 1 und 2).

- **Flächenbilanz, Bachmorphologische Strukturvielfalt**

Auf die Erhaltung bzw. Wiedererrichtung von kaskadenartigen Abstürzen, stufenartig ausgebildeten Rampen mit anschließenden Kolken und Verflachungsstrecken wird bei der Planung und bei den bisherigen Umsetzungsmaßnahmen geachtet. Durch die Schaffung einer möglichst großen Tiefen- und Breitenheterogenität im Bereich des neuen Bachbettes und die Errichtung möglichst naturnaher Uferböschungen mit unterschiedlichsten Böschungsneigungen

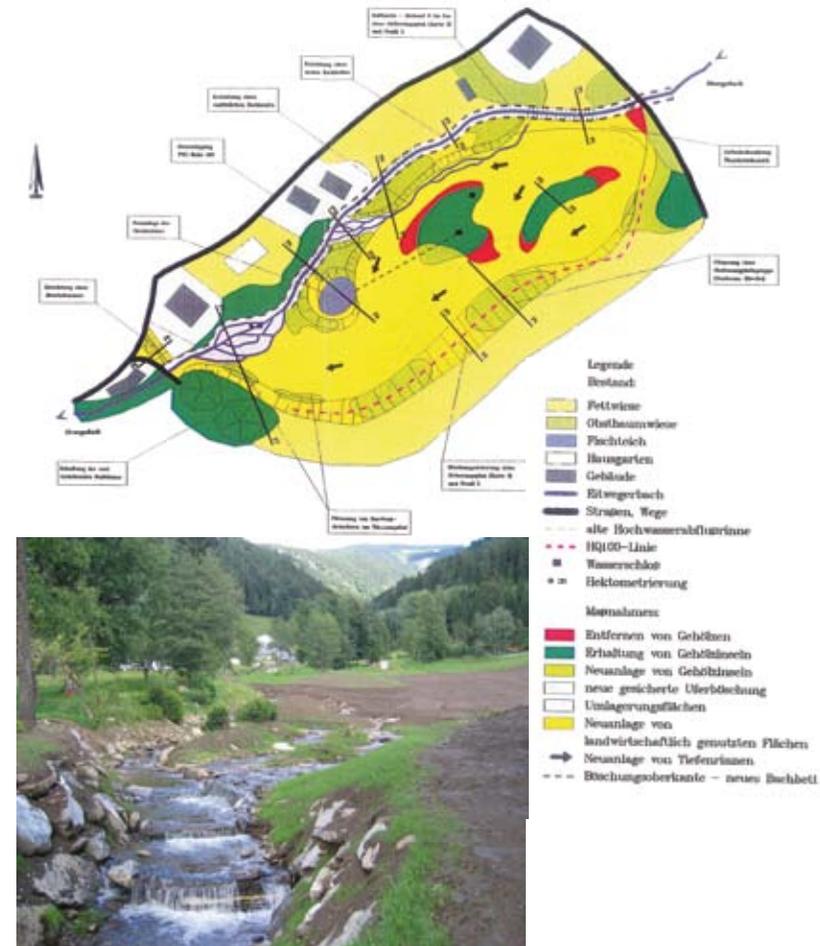


Abb. 3 und 4: Der natürliche Charakter des Bachlaufes mit einem Wechsel von rampenartigen Abstürzen mit Furt- und Kolkbereichen soll auch nach der Verbauung (Abb.3) erhalten bleiben (Vergleichsfoto aus dem benachbarten Gemmersdorferbach).

Fig. 3 and 4: The natural character of the watercourse with an interchange of ramp-style drops with fords and scour areas should remain after the defences have been added (figure 3) (comparison photo from the neighbouring Gemmersdorf torrent)

Abb.1 und 2: Vergleich: Maßnahmenkarte der ökologischen Fachplanung mit dem Geschieberetentionsbecken unmittelbar nach Baufertigstellung. Naturnahe Ausgestaltung des Geschieberetentionsbeckens durch fließende Geländeübergänge, die Ausformung von Vegetationsinseln (im Foto im Hintergrund erkennbar) und durch die Initiierung von Furkationsbereichen. Materialaushub ca. 30.000m³.

Fig. 1 and 2: In comparison: Map of measures in ecological planning with the debris retention basin immediately after construction completion.

Near-natural design of the sediment retention basins using flowing transitions in terrain, the bucking of vegetation islands (can be seen in the background) and from the initiation of furcation areas. Excavated material approx. 30,000 m³.

wird die bachmorphologische Vielfalt erhalten bzw. abschnittsweise verbessert.

- **Offene Sohle, Sohlstruktur**

Die natürlichen, kaskadenartigen Abstürze dienen als Vorlage für die Bauausführung.

- **Migration**

Damit es zu keiner Einengung des Lebensraumes von fließgewässergebundenen Organismen kommt (Gefahr der genetischen Verarmung – speziell bei Fischen) wird das Fließgewässerkontinuum möglichst durchgängig gestaltet. Als Sohl Sicherungen werden (wenn erforderlich) rau verlegte Sohlgurte aus Felsblöcken eingebaut, die je nach Steilheit in Abständen von 3 bis 5 m errichtet werden. Zwischen den Abstürzen wird auf die Ausbildung von kleineren Kolken geachtet. Die maximale Absturzhöhe beträgt 40 cm.

Bei der zwischenzeitlich errichteten Murbrechersperre und bei der Geschiebedo-

siersperre wird ein Hauptaugenmerk auf eine ungehinderte Migration gelegt (siehe Abb. 5 und 6).

- **Vernetzung mit dem Umland, Erhaltung bzw. Neuschaffung der gewässertypischen Vegetation**

Im Zuge der Errichtung des neuen Bachbettes wird auf die Wiederherstellung bzw. die Neuanlage eines beidseitigen Ufergehölzsaumes mit standortgerechten Ufergehölzen geachtet. Durch die Erhaltung von naturschutzfachlich wertvollen Gehölzen und Gehölzstrukturen bzw. die Neupflanzung von Ufergehölzen wird eine gute Vernetzung mit dem Umland bzw. eine Pufferfunktion und Abschirmung des Baches gegenüber der Straße, dem Siedlungsgebiet und den landwirtschaftlichen Flächen erreicht. Gleichzeitig wird auch ein neuer Lebensraum für am Gewässer lebende Organismen geschaffen.



Abb. 5 und 6: Die Migration der fließgewässergebundenen Organismen ist auch nach Errichtung des Murbrechers und der Geschiebedosiersperre weiterhin ungehindert möglich.

Fig. 5 and 6: The migration of the organisms in flowing water is still possible without hindrance after the construction of the debris fence and the sediment metering stop.

4. Erfahrungen bei der bisherigen Umsetzung

Die bisherigen Erfahrungen bei der Umsetzung des Verbauungsprojektes Eitwegerbach haben gezeigt, dass durch eine frühzeitige Berücksichtigung der Gewässercharakteristik im Planungsprozess sowohl Hochwasserschutz als auch Gewässerschutz in Einklang gebracht werden können. Durch die Schaffung von Umlagerungsbereichen und die Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Bachkontinuums werden wichtige Aspekte des Gewässerschutzes berücksichtigt.

Im Bereich des großzügig ausgestalteten Geschiebeablagerungsbeckens ist es dem Bach möglich, bei klar definierten, sogenannten Sollbruchstellen, aus seinen Ufern zu treten, um erst weit un-

terhalb wieder in sein Bachbett zurückzukehren. Die natürliche Dynamik der Bachmorphologie kann so über weite Bereiche erhalten bleiben. Als wesentliches Erfolgskriterium wird neben der richtigen Wahl des Verbauungsgrundgedankens und des Verbauungstyps auch die entsprechende Verfügbarkeit von Grundflächen gesehen.

Im unmittelbaren Siedlungsbereich von Eitweg waren abschnittsweise nur begrenzt Flächen verfügbar. In diesen Bereichen muss der Bach daher verhältnismäßig hart verbaut werden (siehe Abb. 7).

Die Verbauungsmaßnahmen am Eitwegerbach erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Natur- und Umweltschutzabteilungen des Amtes der Kärntner Landesregierung. Oberste



Abb.7: Uferleitwerke mit Strukturbeton kommen nur abschnittsweise und bei sehr begrenzten Platzverhältnissen zur Ausführung. Für die rechte Ufersicherung ist eine Grobsteinschichtung vorgesehen

Fig. 7: Embankment controls with structured concrete are only used in segments and when there is very limited space. Placed rough rock filling is provided for the right bank.

Priorität bei der Wahl der Maßnahmen wird auf die Erhaltung des Gewässertyps gelegt. Nach Abschluss der Baumaßnahmen (voraussichtlich Ende 2010) ist eine ökologische Evaluierung der verschiedenen Verbauungsabschnitte nach klar definierten natur- und umweltrelevanten Kriterien vorgesehen.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl. Ing. Jürgen Petutschnig
Umweltbüro Klagenfurt
Bahnhofstraße 39, 9020 Klagenfurt
E-Mail:
juergen.petutschnig@umwelbuero-klagenfurt.at

Dipl. Ing. Dr. Hansjörg Hufnagl
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinerverbauung
Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten
Meister Friedrich-Straße 2, 9500 Villach
E-Mail: hansjoerg.hufnagl@die-wildbach.at

Literatur / References:

ARBEITSGRUPPE WILDBACHVERBAUUNG UND ÖKOLOGIE (1996):
Ökologische Planungsinhalte und Kriterien bei Projekten der Wildbachver-
bauung. Wildbach- und Lawinerverbau, Heft 131. 60. Jg.: 21-38.

ELLENBERG, H. (1986):
Die Vegetation Mitteleuropas. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 4. verbesserte
Auflage.

KRAINER, K. (1998):
Geologie Kärntens im Überblick: 179 - 188. In: Kärnten - Natur, Die Viel-
falt eines Landes im Süden Österreichs. Herausgeber: Paul Mildner und
Helmut Zwander. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten.

MÜHLMANN, H. (2009):
Leitfaden zur Zustandsbeurteilung in Fließgewässern - Hydromorphologie.
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirt-
schaft Sektion VII. ISBN: 978-3-85174-067-7, 68 S.

PETUTSCHNIG J. (1997):
Typisierung der Kärntner Fließgewässer. Studie im Rahmen der Erstellung
der Roten Liste der gefährdeten Lebensräume Kärntens, unveröffentlicht.



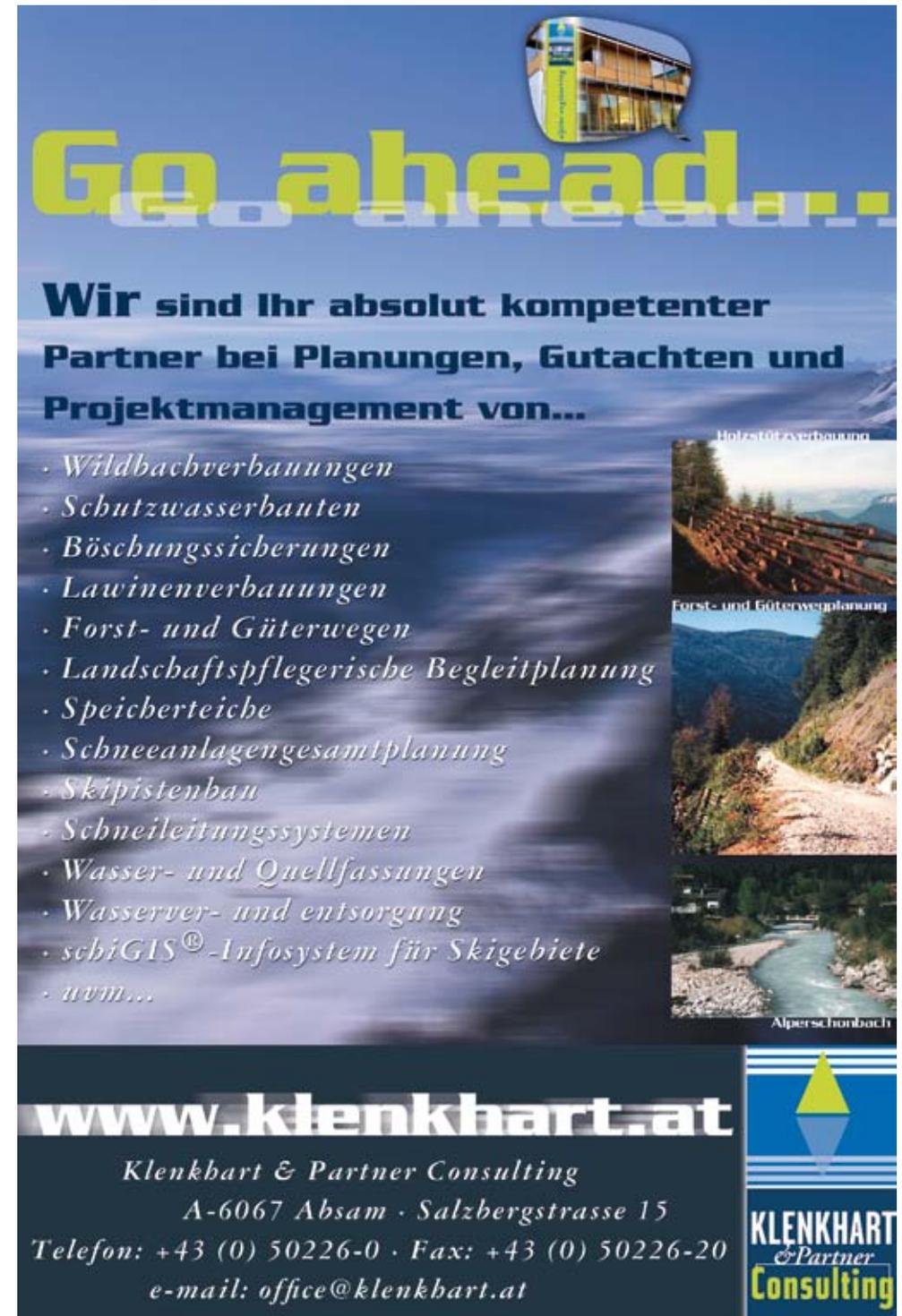
KELLER

Weltweiter Spezialtiefbau

Keller Grundbau als international führendes Spezial-
tiefbau-Unternehmen verwirklicht Lösungen von
Baugrund- und Grundwasserproblemen in aller Welt.
Die Abwicklung komplexer Grundbauaufgaben unter
Verwendung selbstentwickelter Verfahren und Ideen
ist unsere Herausforderung, wobei Baugrundver-
besserungen und Injektionstechniken die Schwer-
punkte sind.

Keller Grundbau Ges.mBH
Pickler Straße 167 • 8561 Söding (Graz) • Austria
Telefon: ++43 31 37 3767 • Telefax: ++43 31 37 3788
www.KellerGrundbau.at

Wien • Söding • Innsbruck • Dornbirn • Salzburg • Linz



Go ahead...

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

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

Holzstöckverbauung
Forst- und Güterwegplanung
Alperschönbach

www.klenkhart.at

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

**KLENKHART
& Partner
Consulting**

AMBROS WERNISCH

Generelles Projekt „Gerlitzten-Süd“ – Technische und flächenwirtschaftliche Schutzmaßnahmen

General project "Gerlitzten-Süd" – Technical measures and watershed management for protection

Zusammenfassung:

Extreme naturräumliche Gegebenheiten verbunden mit verschiedenen Gefahrenursachen erfordern komplexe Maßnahmenkonzepte. Am Beispiel eines generellen Projektes des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung für den Südabhang der Gerlitzten am Ossiacher See, wo forstliche, landwirtschaftliche, jagdliche und touristische Nutzungen aufeinandertreffen, wird das Zusammenwirken von technischen sowie flächenwirtschaftlichen und forstlichen Maßnahmen zum Schutz der Siedlungsgebiete und Infrastruktur vor Naturgefahren dargestellt.

Summary:

Extreme geographic circumstances connected with various mountain risks require comprehensive action plans. Based on a general project from the Austrian Service of Torrent and Avalanche Control for the south slope of Gerlitzten on the Ossiacher See, where silvicultural, agricultural, hunting and tourist uses come into conflict, the interaction of technical measures with watershed and forest management for protection on settlements and infrastructures against natural hazards will be presented.



Abb. 1: Gerlitzten-Südhang (Projektgebiet)

Fig. 1: Gerlitzten south slope (project area)

1. Allgemeine Beschreibung

Nördlich des Ossiacher Sees, in der Marktgemeinde Treffen am Ossiacher See, erhebt sich der markante Gebirgsstock der Gerlitzten bis auf 1900 m Seehöhe, welcher als beliebtes Sport- und Erholungsgebiet für den Kärntner Zentralraum um Villach eine entsprechende touristische Bedeutung besitzt. Im steil abfallenden, von Felspartien durchsetzten Südabhang befinden sich neben 17 Wildbachgräben mehrere Feldabbruchgebiete, welche als Ausgangspunkte für Muren und Steinschlag die am Hangfuß liegenden Siedlungsgebiete und Verkehrsanlagen (ÖBB-Linie und Bundesstraße) in Annenheim, Sattendorf und Stöckelweingarten gefährden. Aufgrund der schwierigen Geländeverhältnisse wies dieses Gebiet bisher eine unzureichende Walderschließung auf.

Die Wald- und Vegetationsflächen auf den Südhängen besitzen für die genannten Siedlungsgebiete keine ausreichende Schutzwirksamkeit.

Mehrtägige Starkniederschläge im Spätherbst 1993 lösten Hangrutschungen und Muren aus, welche zahlreiche Wohnobjekte und die Verkehrswege akut gefährdeten und beschädigten. Im Einvernehmen zwischen der Bezirksforstinspektion und der Wildbach- und Lawinenverbauung wurde für den gesamten Bereich Gerlitzten-Süd im Gemeindegebiet von Treffen ein „Generelles Projekt“ für technische und flächenwirtschaftliche Maßnahmen erstellt. Nach der fachlichen Genehmigung des

Generellen Projektes „Gerlitzten-Süd“ und Festlegung des Finanzierungsschlüssels erfolgt seit dem Jahr 2003 die Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen von Detailprojekten.

1.1 Klima

Das Gebiet Ossiacher See – Gerlitzten liegt im Einflussbereich von Südwestlagen, welche für die in der Vergangenheit wiederholt aufgetretenen Unwetterkatastrophen verantwortlich sind. Die jährlichen Niederschlagsspitzen treten durch Sommergewitter wie auch durch herbstliche Starkniederschläge auf. Waldbaulich zu beachtende klimatische Besonderheiten stellen die Fallwinde an der Gerlitzten sowie eine ausgeprägte Nassschneezone mit zahlreichen Schneebruch- und Schneedruckschäden bevorzugt in Fichtenjungbeständen dar.

1.2 Geologie

Der Gerlitztenstock ist aus kristallinem Grundgestein, hauptsächlich bestehend aus Paragneis, Glimmerschiefern und Phylliten aufgebaut. Die Verwitterung steil stehender Felskörper führt gebietsweise wiederholt zu Felsabbrüchen und bedingt somit örtlich eine erhöhte Steinschlaggefahr bis in die Siedlungsbereiche. Lokal können Hangbewegungen und Rutschungen an Grabeneinhängen sowie Verwitterungsschutt in Wildbachgräben Muren auslösen.

1.3 Besitz- und Nutzungsverhältnisse

Das Projektgebiet mit rd. 900 ha zusammenhängender Fläche teilt sich auf ca. 130 Grundeigentümer auf. Zwei Waldbesitzer, davon die Österreichischen Bundesforste, verfügen über je ca. 110 ha, wogegen sonst der durchschnittliche Flächenanteil bei 6,5 ha liegt. Diese kleinflächige Besitzstruktur erschwert die ordnungsgemäße Waldbewirtschaftung und stellt für die Planung und Umsetzung des flächenwirtschaftlichen Projektteiles eine besondere Herausforderung dar.

Nutzungsarten im Projektgebiet:

- 85 % Wald mit überwiegender Schutzfunktion – ertragbringend
- 2 % Wald mit überwiegender Schutzfunktion – ertraglos
- 3 % Wald mit überwiegender Nutzfunktion (Wirtschaftswald)
- 6 % Wiese, Weide
- 4 % Forststraßen, sonstige Wege, Leitungen usw.

1.4 Waldbauliche Verhältnisse

Die natürlichen Waldgesellschaften der submontanen und montanen Stufe sind flächig durch sekundäre Fichtenwälder ersetzt. Die natürlichen Waldgesellschaften prägenden Baumarten Buche und Tanne sowie viele Laubholzarten wurden anthropogen zugunsten der Fichte stark zurückgedrängt.

Die Jungwuchs-, vor allem aber die Initialphasen weisen zu hohe Fichtenanteile bis zu Fichtenreinbeständen auf, was die notwendige Präsenz von Laubmischbaumarten unterbindet. So ist eine hohe Schadensanfälligkeit gegen Schneebruch, Windwurf, Trockenheit und damit verbunden gegen Forstschädlinge mit einer beträchtlichen Einschränkung der Schutzfunktion vorgegeben.

Die Erschließung durch Forstwege und sonstige LKW-befahrte Wege war mit bisher 37 lfm/ha für eine kleinflächig strukturierte Schutzwaldbewirtschaftung unzureichend.

1.5 Jagd- und Wildsituation

Im Projektgebiet liegen das Gemeindejagdgebiet und das Eigenjagdgebiet der Österreichischen Bundesforste. Die intensive touristische Nutzung im Sommer und Winter beunruhigen den



Abb. 2 (links) und 3 (rechts): Steinschlag-Schutzdamm und Schutznetze nördlich von Annenheim

Fig. 2 (left figure) and 3 (right figure): Rockfall-protection dam and safety net north of Annenheim

Lebensraum des Wildes. Die vorkommenden Schalenwildarten (u. a. Waldgams) verursachen hauptsächlich Verbißschäden. Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich die Verjüngungen, insbesondere die erwünschten Mischbaumarten, in einigen Bereichen ohne Schutzmaßnahmen und Wildstandsreduktion nicht waldbaulich zufrieden stellend entwickeln können, weshalb das im Projekt vorgeschlagene Bejagungskonzept als unabdingbare Grundlage mit den Jagd ausübungsberechtigten abzustimmen ist.

2. Technische Maßnahmen

In 17 Wildbacheinzugsgebieten und 2 Steinschlaggebieten sind technische Maßnahmen im Kostenumfang von rd. 6,2 Mio. Euro vorgesehen. Diese umfassen Verbauungen in den Ober- und Mittelläufen sowie in den dicht bebauten Unterlaufabschnitten bis zum See. Im Speziellen sind Konsolidierungsverbauungen in erosionsgefährdeten Grabenabschnitten und Rutscheinhängen, Geschieberückhaltemaßnahmen (Ablagerungsplätze und dgl.) und Regulierungen im Unterlauf

sowie Steinschlagverbauungen, bestehend aus Steinschlagnetzen und Schutzdämmen, geplant. Bisher wurden technische Schutzmaßnahmen an drei Wildbächen und im Steinschlaggebiet oberhalb von Annenheim (460 lfm Schutzdamm und 575 lfm Steinschlagnetze) mit einem Gesamtaufwand von **1,6 Mio. Euro** durchgeführt.



Abb. 4: Ortsregulierung – Ufermauern in Zyklopenmauerwerk

Fig. 4: Correction of a channel in the settlement area with revetment works in cyclopean masonry

3. Flächenwirtschaftliche Maßnahmen

Zur Erreichung des generellen Projektzieles lässt sich als langfristiges waldbauliches Ziel die Umwandlung der flächigen Fichtenreinbestände in stabile, gestufte Mischbestände unterschiedlicher Wuchsklassen ableiten. Die Baumartenwahl richtet sich nach der natürlichen Wuchsgesellschaft und den erwarteten Schutzfunktionen.

Als forstliche Maßnahmen sind geplant:

- Künstliche Verjüngung auf Frei- und Zerfallsflächen
- Verjüngungseinleitung in Altbeständen
- Pflege stabiler und labiler Bestandesteile
- Umwandlung von Strauchflächen
- Standortgerechte Baumartenwahl
- Kulturschutz bzw. -pflege
- Regelung des Wildstandes

Um eine schutzwirksame Waldbewirtschaftung durchführen zu können, ist eine entsprechende Erschließung erforderlich. Daher sind im Projekt die Errichtung und der Ausbau von insgesamt ca. 9,8 km Forstwegen vorgeschlagen. Die veranschlagten Kosten der flächenwirtschaftlichen Maßnahmen belaufen sich auf rd. **3,54 Mio. Euro**. Als Projektzeitraum sind 20 Jahre vorgesehen.

Seit **2003** wurden folgende Maßnahmen mit Gesamtkosten von **337.000 Euro** ausgeführt bzw. gefördert:

- 4.924 lfm Forstwege inkl. Ausbau bestehender Wege
- 50.000 Stk. (20 ha) Aufforstung u. Nachbesserungen
- 104 ha Kulturschutz, Kultur- und Dickungspflege
- 1000 Efm Durchforstung (Seilbringung)
- 3,6 ha Entfernung von Sträuchern
- 4.900 Efm Endnutzung (Seilbringung)
- Einrichtung von Trakten (Versuchs- bzw. Beobachtungsflächen), Aufstellen von Wildzäunen

Den Waldbesitzern wurden die von ihnen durchgeführten forstlichen Arbeiten in Anlehnung an die Förderrichtsätze des Landesforstdienstes vergütet. Die Errichtung der Forstwege wurde zur Gänze mit Projektmitteln finanziert. Die Beratung der Waldbesitzer, die Überwachung und die Kontrolle der ausgeführten forstlichen Maßnahmen erfolgten in Zusammenarbeit zwischen der Gebietsbauleitung und des in der Sektion Kärnten der Wildbach- und Lawinerverbauung tätigen Försters.

4. Erfolg der bisherigen Umsetzung und Ausblick

Die **technischen Maßnahmen** gestalteten sich bei den Unterlaufregulierungen und -sanierungen aufgrund der dichten Bebauung mit sehr beengten Platzverhältnissen mit zahlreichen vorhandenen Überbauungen und engen Durchlässen teilweise schwierig und aufwändig. Die Verbauungen



Abb. 5: Forstwegebau in felsigem Steilgelände

Fig. 5: Construction of forest roads in rocky steep terrain

in den verbleibenden Wildbacheinzugsgebieten werden sukzessive im Rahmen einzelner Detailprojekte fortgesetzt. Die geplanten Steinschlag-schutzwerke sind zum größeren Teil bereits hergestellt.

Beim **flächenwirtschaftlichen Teil** sind die im Detailprojekt 2003 für forstliche Maßnahmen der ersten Dringlichkeitsstufe geplanten Forst-



Abb. 6: Eingezäunte Aufforstungsfläche (ca. 2000 m²) mit verschiedenen Laubholzarten

Fig. 6: Fenced afforestation area (ca. 2000 m²) with different types of hardwood trees



Abb. 7: Aufforstungsfläche mit Lärche und Fichte

Fig. 7: Afforestation area with spruce and larch

wege als Voraussetzung für die schutzwirksame Waldbewirtschaftung weitgehend fertiggestellt.

Für den Erfolg der bisher durchgeführten waldbaulichen Maßnahmen war das Interesse und Engagement der jeweiligen Waldbesitzer eine wesentliche Voraussetzung. Beim Erreichen der Projektziele wird ausschlaggebend sein, vor allem die Eigentümer der größeren Waldflächen für die



Abb. 8: Dicht vergraste Aufforstungsfläche (Fichten, Laubhölzer) mit erforderlicher Kulturpflege

Fig. 8: Dense grassy afforestation area (spruce and hardwood trees) with necessary tending of young plantings



Abb. 9: Dicht verkrautete Jungwuchsflächen erfordern jährlich mehrmaliges Freischneiden

Fig. 9: Densely overgrown areas require cutting free the young plants a few times a year



Abb. 10: Verbisstakt: Mehr als 10-jährige stark verbissene Jungfichten

Fig. 10: Observing unit: Damage by game to spruce plants which are more than 10 years old

Umsetzung der geplanten forstlichen Maßnahmen zu gewinnen. Hinsichtlich der Wildsituation war allerdings bei einem Grundeigentümer und Jagdverpächter nicht die notwendige Bereitschaft zu erkennen, von den Jagdtausübungsberechtigten eine den Projektzielen entsprechende Jagdwirtschaft einzufordern. Eine Fortsetzung eines derartigen Verhaltens hätte die Einstellung der Förderung sämtlicher forstlicher Maßnahmen zur Folge. Die Auswirkungen des jeweiligen Wildstandes werden über eingerichtete Traktflächen beobachtet. Andererseits ist in eingezäunten Flächen mit besonders verbissgefährdeten Baumarten wie Tanne und verschiedene Laubhölzer ein sehr gutes Aufkommen dieser Pflanzen zu beobachten. Diesbezüglich können auch Rückschlüsse auf die Wahl zwischen Einzelschutz und Flächeneinzäunungen gewonnen werden.

Zusammenfassend kann über die Umsetzung und teilweise auch schon über die Wirkung der im Generellen Projekt „Gerlitz-Süd“ geplanten integralen Schutzmaßnahmen, verbunden mit deren Akzeptanz und Wahrnehmung in der Bevölkerung, eine durchaus positive Bilanz gezogen werden.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Wernisch Ambros
 Wildbach- und Lawinenverbauung
 Gebietsbauleitung Liesertal und
 Ossiacher Seebecken
 Meister-Friedrich-Straße 2
 A-9500 Villach
 E-Mail: ambros.wernisch@die-wildbach.at

Infora Consulting Group **ICG**



Ihr Partner beim Change-Management

für ...

- ... nachhaltige Strategien
- ... zukunftsorientierte Organisationsgestaltung
- ... wirksame Führungskräfteentwicklung
- ... professionelle Steuerungssysteme

www.ICG.eu.com
Graz • Wien • Budapest • Berlin • Sofia

CHRISTOF SEYMANN, MARINA RAUTER

Die Lärchensamenplantage Ossiacher Tauern – ein Versuch Lärchensaatgut für Hochlagenaufforstungen zu produzieren

The Ossiacher Tauern larch seed plantation - an attempt to product larch seeds for afforestations in subalpine areas

Zusammenfassung:

In den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde von der FBVA das Projekt „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“ als Reaktion auf die Beobachtungen im Zusammenhang mit dem damals zu befürchtenden Waldsterben mit dem Ziel gestartet, Saatgut für Aufforstungen zur Verfügung zu haben, sollte die natürliche Reproduktion aus den Beständen nicht mehr in ausreichendem Maße gewährleistet sein. Die Lärchensamenplantage am Ossiacher Tauern wurde 1994 eingerichtet und wird seither von der Sektion Kärnten betreut. Die Lärchensamenplantage ist nach dem Forstlichen Vermehrungsgutgesetz 2002 zertifiziert und zur Produktion von qualifiziertem Saatgut zugelassen. Bis heute konnte keine nennenswerte Menge an Saatgut gewonnen werden.

Summary:

In the 1980's, the "conservation of forest genetic resources" project was started by the FBVA in reaction to the expected effects of forest decline. The plantation for larch seeds (larix decidua) was built up on the Ossiacher Tauern in Carinthia in 1994 and has been cultivated by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control since then. Up to now, a larger amount of larch seeds could not be harvested.

1. Motivation und Aufbau der Lärchensamenplantage

In den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde von der FBVA das Projekt „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“ als Reaktion auf die Beobachtungen im Zusammenhang mit dem damals zu befürchtenden Waldsterben mit dem Ziel gestartet, Saatgut für Aufforstungen zur Verfügung zu haben, sollte die natürliche Reproduktion aus den Beständen nicht mehr in ausreichendem Maße gewährleistet sein. Eine zusätzliche Motivation für die Einrichtung dieser Lärchensamenplantage war die schwierige Beerntbarkeit von Lärchen und die daraus resultierende geringe zur Verfügung stehende Menge von Lärchensaatgut für Hochlagenaufforstungen.

In Zusammenarbeit des BMLF (MR Raichoy) und der FBVA (HR Nather) sowie des Waldbauhofes der ÖBF (HR Lang) wurde beschlossen, für Hochlagenherkünfte der Baumart Lärche (*Larix decidua*) Pflanzungsplantagen als Erhaltungsmaßnahme und zur Saatgutgewinnung anzulegen.

Bereits in den Jahren 1988/89 wurde von den Sektionen Tirol, Salzburg und Kärnten des Forsttechnischen Dienstes der WLW begonnen, geeignete Lärchenmutterbäume auszuwählen und Reiserbeerntung (Baumsteiger) durchzuführen. Diese Beerntung beschränkt sich auf das Hauptwuchsgebiet I (Inneralpin) vom Arlberg



Abb. 1: Lärchensamenplantage Ossiacher Tauern 1996 und 2008

beginnend den Hauptalpenkamm entlang bis zu den Radstätter Tauern. Der Höhenstufe nach kann man diese Herkünfte als subalpin bezeichnen (1700 bis ca. 2000 m SH).

Von Mitarbeitern der WLW wurden 190 Mutterbäume beerntet. Im Anschluss führte der Waldbauhof der ÖBF die Veredelungen durch. Dem Reisig der Mutterbäume entsprechend wurden jeweils zwischen 20 und 40 Pflanzungen erzeugt. In dieser Zeit wurde vom Institut für Waldbau der FBVA die Plantagenplanung begonnen. Als Standorte für die Lärche wurden Königshof im Burgenland und der Ossiacher Tauern in Kärnten als geeignet ausgewählt.

2. Aufbau- und Pflege

Im Winter 1991/92 konnte bereits mit der Errichtung der ersten Hochlagenplantage am Königshof begonnen werden. So wurden nach Erstellung eines besonderen Verpflockungsplanes 1928 Veredelungen von 163 Mutterbäumen auf einer Fläche von ca. 7 ha gesetzt. Die Betreuung dieser Plantage obliegt dem Institut für Waldbau, die angeordneten Pflegemaßnahmen werden vom Personal der BFW-Königshof laufend durchgeführt.

Die Pachtung einer entsprechenden Zweitfläche am Ossiacher Tauern wurde im Winter 1993/94 fixiert. Bereits im März dieses Jahres



Fig. 1: The Ossiacher Tauern larch seed plantation in 1996 and 2008

begann das Waldbauinstitut mit den Plantagenplanungsarbeiten, sodass schon Ende April unter Mithilfe der Bediensteten des Kärntner Kammergutes „Ossiacher Tauern“ mit der Anlage dieser WLV-Plantage begonnen werden konnte. Auf einer Fläche von 2,7 ha wurden von 82 Klonen mit 5 Wiederholungen (= 410 Pflanzen) in einem Verband von 8x7m gesetzt. Rodungen und Zauerrichtungen erfolgten durch Bedienstete der Kammer für Land- und Forstwirtschaft. Mitte Mai 1994 war diese Erhaltungs- und Sammelpflanzung fertig gestellt. Die fachliche Betreuung obliegt seither dem Waldbauinstitut der FBVA. Die Pflege und notwendigen Kontrollen erfolgen durch die WLV unter teilweiser Mitarbeit der Forstlichen Ausbildungsstätte Ossiach.

Im Jahr 2000 wurden erstmals Samenbildungen beobachtet. Fruktifikationsergebnisse gab es bis zum Jahr 2003 keine. Aufgrund der Samenhäufigkeit 2004 wurde im Frühjahr 2005 eine Beerntung in der Plantage durchgeführt. Beerntet wurden 60 der 82 Klone (73,1 % der Klone) bzw. 150 der 376 Bäume (39,9 %). Grundlage zur Beerntung und weiteren Beurteilung des Samens war ein Keimtest und die Entnahme von Samen aus verschiedenen Klonen. Beim Keimtest war ein Erfolg von ca. 25 % zu verzeichnen.

Im Jahr 2005 wurde die Lärchensamenpflanzung nach dem Forstlichen Vermehrungsgesetz 2002 zertifiziert. Das Bundesamt für Wald vergab per Bescheid vom 9. 11. 2005 das Zulassungszeichen LÄ P12(1.2,1.3,2.2/ts für die Herkunft subkontinentaler Innentalpen-Westteil, subkontinentaler Innentalpen-Ostteil und nördlicher Zwischenalpen-Ostteil. Samen aus der Plantage sind seither als qualifiziertes Vermehrungsgut zugelassen.

Für die Zulassung von Saatgut aus der Plantage zum Verkauf ist es zusätzlich erforderlich im Frühjahr eine Blühbeobachtung durchzuführen. Dabei ist zu dokumentieren, wie viele Klone

männlich bzw. weiblich blühen. Eine Beerntung von Klonplantagen ist nur dann möglich, wenn mindestens 50 % aller Klone sowohl männlich als auch weiblich geblüht haben. Das Ergebnis der Blühbeobachtung ist der Bezirkshauptmannschaft mitzuteilen und dann wird das sogenannte Stammzertifikat für die Beerntung ausgestellt.

Die Zapfen aus den Beerntungen 2005 und 2006 wurden vom Landesforstgarten Nikolsdorf geklenget. Der Ertrag machte 3,9 kg und 1,5 kg aus. Die Samen wurden zum überwiegenden Teil an die GBL Imst übergeben. Geringere Mengen wurden in der Sektion Kärnten verwendet.

Im Frühling der Jahre 2007 und 2008 war das Blühverhalten nicht zufriedenstellend, sodass im Frühling 2007 nicht beerntet werden konnte. Ebenso wird es auch im Jahr 2009 keine Beerntung geben.

Nach Rücksprache mit dem Bundesamt für Wald und Forschung und dem Landesforstgarten Nikolsdorf wurde Anfang Juli 2008 die Lärchenpflanzung mit blühfördernden Substanzen besprüht. Diese Behandlung zeigte leider keinen Erfolg in Bezug auf das Blüh- und Fruktifikationsverhalten der Pflanzungsbäume. Daher wird es auch im Jahr 2010 keine Beerntung geben können. Von der Sektion wurden von 1990 bis 2008 insgesamt ca. 22.000,- Euro in den Aufbau und die Erhaltung der Lärchensamenpflanzung investiert.

3. Entwicklung der Pflanzung

Im Jahr 2002 wurde für die Lärchenpflanzung in der Sektion Kärnten eine Datenbank aufgebaut und mit einem geografischen Informationssystem (GIS) verbunden. Daher ist es seither möglich das Blüh- und Fruktifikationsverhalten der einzelnen Klone zu verfolgen. Es wird jährlich eine Blühkontrolle durchgeführt. Wie aus den Aufzeichnungen seit 2001 in Tabelle 1 und Abbildung 1 hervorgeht, sind bis heute 13,65 % der gepflanzten Klo-

ne ausgefallen. Von den verbliebenen haben etwa die Hälfte bisher nie oder lediglich einmal Zapfen getragen. Nur in den Jahren 2005 und 2006 war es bisher möglich Beerntungen durchzuführen und anschließend Samen zu gewinnen.

Ausfall	56	13,66%
nie	121	29,51%
1-mal	52	12,68%
2-mal	31	7,56%
3-mal	35	8,54%
4-mal	28	6,83%
5-mal	42	10,25%
6-mal	21	5,12%
7-mal	19	4,63%
8-mal	5	1,22%
Gesamt	410	100%

Tab. 1: Zapfenträger der Lärchenpflanzung Ossiacher Tauern 2001 bis 2009

Tab. 1: Conifers for the Ossiacher Tauern larch seed plantation in 2001 to 2009

4. Ausblick

Die Lärchenpflanzung am Ossiacher Tauern besteht seit fast 16 Jahren. Der Betreuungsaufwand für die Pflanzung und die Kosten aus dem laufenden Betrieb sind nicht besonders hoch. Bis heute sind jedoch Beerntungen nur in sehr geringem Ausmaß möglich gewesen. Saatgutgewinnung in größerem Ausmaß ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu erwarten und kaum prognostizierbar. Daher wird es zu überlegen sein, bis zu welchem Zeitpunkt diese Pflanzung weitergeführt werden soll.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Christof Seymann, DI (FH) Marina Rauter
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Kärnten
Meister-Friedrich-Str. 2, 9500 Villach
E-Mail: christof.seymann@die-wildbach.at
marina.rauter@die-wildbach.at

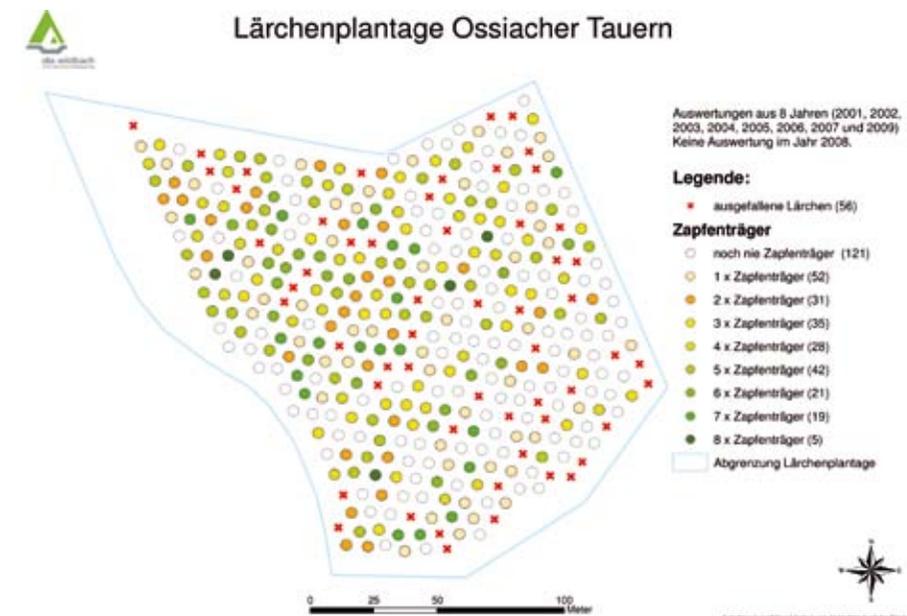


Abb.2: Zapfenträger der Lärchenpflanzung Ossiacher Tauern 2001 bis 2009

Fig. 2: Conifers for the Ossiacher Tauern larch seed plantation in 2001 to 2009

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

RECKLI®



RECKLI®-Strukturmatrizen für *alle* Bereiche der Wildbachverbauung

- für Hochwasserschutzmauern
- für Einfriedungen und Stützwände
- für Ufergestaltung und Bebauung
- für Wasserstau Mauern
- für Begrenzungsmauern
- ...

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

RECKLI GmbH

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

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



Ihr Partner
im Spezial**ERDBAU**

• Spezialerdbau

Dammbau

Verlegung Geotextil

Grobsteinsicherungen Wasserbau

Hangsicherungen

- **Forst- und Güterwegebau**
- **Abbrucharbeiten inkl. Entsorgung**
- **Komplettgestaltung von Außenanlagen**

Erdbau
FÜRSTAUER
 9814 Mühldorf 220, Tel: 0664 / 3373104

HUGO GFRERER

Steinschlagschutzmaßnahmen am Beispiel „Steinschlag Kerschhackel“

Betrachtung der Notwendigkeit aufgrund von Behördenverfahren

Rockfall measures using the example of "Rockfall Kerschhackel"

Looking at the necessity of involving experts in administrative proceedings

Zusammenfassung:

Die durch eine Sturmkatastrophe ausgelöste Gefährdung eines Hotelbetriebes durch Stein- schlag erforderte massive Schutzmaßnahmen. Der Schutzbedarf ergibt sich erst durch Nichtbeachtung der bereits damals bestehenden Gefährdungen in den Behördenverfahren. Die Konsequenz daraus soll die rechtzeitige Einbeziehung der erforderlichen Gutachter in Behördenverfahren sein.

Summary:

Due to rockfall caused by devastating storms, massive protective measures were required to guarantee the safety of a hotel. Those massive protection measures were only necessary because the existing dangers had been disregarded in previous administrative proceedings. Therefore, one consequence should be that experts will be involved in the future administrative proceedings in due time.

Schlüsselwörter

Steinschlagschutz, Windwurf, Baubehörde, Flächenwidmung

Einleitung

Die Gemeinde Malta liegt, vom Liesertal in Gmünd abzweigend und sich nach Westen ausbreitend, zwischen den nördlich und südlich verlaufenden Gebirgszügen der Hohen Tauern eingebettet. Die markantesten Berge im Süden sind das Reißbeck (2965 m) und die Hochalmspitze (3360m) sowie im Norden der Große Sonnblick (3030m) und Hafner (3076 m). Der Talschluss im Westen ist durch das Ankogelmassiv (3252 m) gegeben. Der Fluss Malta und dessen Zubringer Göß inklusive deren Zubringer werden durch die Verbundgesellschaft massiv zur Energiegewinnung genutzt. Die bekanntesten energietechnischen Einrichtungen sind der Gößkarspeicher auf 1700 m Seehöhe und der Kölnbreinspeicher mit einer Talsperre von 200 m Stauhöhe auf 1900 m Seehöhe.

Die Maltahochalmstraße erschließt das Tal bis zum Kölnbreinspeicher und diese wird mit hoher Frequenz touristisch genutzt.

Das betroffene Gebiet liegt ca. 0,5 km vor dem westlichen Talschluss im Bereich der Mautstation der Maltatalhochalmstraße. Auslösender



Abb. 1: Hotelanlage mit Steinschlaggebiet

Fig. 1: Hotel and area of rockfall

Grund für die Setzung von Steinschlagschutzmaßnahmen beim Kerschhackelhof, heute bekannt unter dem Namen „Kinderhotel Benjamin“, war das Sturmtief „Paula“ Ende Jänner 2008. Wegen dessen Lage direkt an einem felsdurchsetzten Steilhang wurden durch einen Windwurf auf einer Fläche von rund einem Hektar durch die Wurzelkörper der geworfenen Bäume Steine und Blöcke aus ihrem Verband gelöst, die zumindest den nördlichen, nordöstlichen und östlich gelegenen Teil des Hotelkomplexes massiv bedrohten. Außerdem kommt es durch den Wegfall der natürlichen Schutzwirkung des Waldes zusätzlich zu einer Erhöhung der zukünftigen Steinschlaggefährdung.

Glücklicherweise kam es zu keinen massiven Schäden an der Hotelanlage, da im Gewirr der liegenden Bäume ein Großteil der gelockerten Blöcke vor Ort liegen blieb.



Abb. 2: Hang mit Bäumen aus Windwurf

Fig. 2: Slope covered with trees resulting from a windthrow

Ein ca. 2 m³ großer Block blieb talauswärts auf einem Zugangsweg, ein anderer ca. 1m³ großer Block direkt hinter dem Hotelobjekt liegen. Kleinere Steine drangen bis zum Objekt vor und beschädigten die bergseitige Fassade.

Abb. 3: 1 m³ großer Felsblock hinter dem HotelFig. 3: A 1m³ heavy rock behind the hotel

Abb. 4: Schäden an der Hauswand

Fig. 4: Damages to the wall of a house

Die Steinschlaggefährdung ist im Gefahrenzonenplan für die Gemeinde Malta im Bereich der Hotelanlage nicht dargestellt, da das Einzelobjekt nicht in den raumrelevanten Bereich einbezogen wurde. Für den Großteil der nordöstlichen Talflanke wurde im dichteren Siedlungsbereich aber ein Brauner Hinweisbereich Steinschlag dargestellt.

Da die Hotelanlage durch die geschaffene Situation massiv gefährdet war, wurde seitens der zuständigen Bezirkshauptmannschaft Spittal/Drau eine Krisensitzung einberufen, um durch

Fachexperten die Situation zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen setzen zu können.

Durch den Windwurf hatten sich der Schadensumfang und die Gefährdungen im Bereich des Hotels enorm gesteigert. Durch den entwurzelten Bestand mit z.T. senkrecht stehenden Wurzeltellern mit eingeschlossenen Steinplatten und Blöcken sowie der Bodenauflockerung war mit spontanen Steinschlagereignissen zu rechnen.



Abb. 5: Wurzelteller mit labilem Felsblock

Fig. 5: Root bale with instable rock

Nach einer Geländebegutachtung wurden von den verschiedenen Fachkräften die unbedingt notwendigen Maßnahmen angesprochen und als durchzuführen festgelegt.

Seitens des forstlichen Sachverständigen wurde eine rasche Aufarbeitung des Schadholzes gefordert, da ansonsten mit einer Borkenkäferkalamität zu rechnen sei. Gleichzeitig wurde gefordert die im Nahbereich des Hotels am Hangfuß stockenden Bäume zu entfernen, um bei einem weiteren Windwurf Schäden am Objekt durch fallende Bäume zu verhindern.

Gemeinsam mit dem Vertreter der Geologie des Landes Kärnten und der Wildbach- und Lawinverbauung wurde, nachdem sich bei Geländebegehung ergab, dass bei entsprechender



Abb. 6: Windwurfholz oberhalb Hotelanlage

Fig. 6: Windthrow above the hotel

Witterungslage (Wind, Frost/Tauwechsel, Austrocknung der Wurzelteller) mit einer spontanen Auslösung von Steinschlagereignissen zu rechnen ist, Gefahr im Verzug festgestellt.

Es wurde dem Bezirkshauptmann als Sofortmaßnahme die Einrichtung einer Sicherheitszone mit Aufenthaltsverbot für Personen im Hotel und Wellnessbereich (Schwimmbad) empfohlen.

Diese Empfehlung wurde sofort amtlich verfügt und die Nutzung des Hotels bis zur Entschärfung der Situation untersagt.

Weiters wurde besprochen, dass als einzige Lösung für den weiteren Betrieb des Hotels eine entsprechende Steinschlagsicherung in

Form von Steinschlagnetznetzen der erforderlichen Dimension sein kann.

Da eine Bringung des Windwurfholzes nicht ohne massivste Gefährdung für das Hotel möglich war, wurde ebenso festgelegt, dass dessen Aufarbeitung erst nach Errichtung entsprechender Schutzbauten erfolgen könnte.

Ziel der Verbauungsstrategie war in erster Linie eine schnelle Setzung von Maßnahmen, um diese noch präventiv setzen zu können.

Verbauungsgrundgedanke war die Errichtung von zwei gestaffelten Steinschlagnetzreihen zur Reduzierung der Gefahrensituation auf ein vertretbares Ausmaß.

Endgültig zur Ausführung gelangten nach Durchführung einer Steinschlagsimulation zwei Steinschlagnetzreihen mit einer Höhe von 4 m und ausgerichtet auf eine Beaufschlagung von 200kj im zentralen Bereich und 1000 kj in den äußeren Bereichen oberhalb des Hotels.



Abb. 7: Fertiggestelltes Steinschlagnetz ober Hotelanlage

Fig. 7: Completed rock fall net above the hotel

Mit den durchgeführten Maßnahmen kann das Risiko aus Stein- und Blockschlag für den Hotelbereich für Blöcke bis 2 m³ aus dem felsdurchsetzten Steilhang und sogar bis 5 m³ aus der unteren Felsstufe oberhalb des Hotels drastisch reduziert werden.

Abstürze größerer Felsteile bzw. Felsblöcke sind durch die Steinschlagschutznetze allerdings nicht möglich, da zu große Energien auftreten würden.

Erläuterung der Ausgangskriterien

Hier soll die grundsätzliche Problematik des Baus von Objekten, in diesem Fall sogar einer Hotelanlage, auf gefährdeten Standorten angesprochen werden. Wie ist es überhaupt möglich einen Hotelkomplex an einem Hangfuß, welcher durch Steinschlag massiv gefährdet ist, errichten zu lassen.

Der Werdegang – kurz beschrieben – kann unter dem Titel „Von einer Almhütte zum Kinderhotel“ betitelt werden.

Zur Betreuung des Almbetriebes im Talchluss haben die Besitzer eine Almhütte errichtet. Grundsätzlich wird bemerkt, dass im Zuge der Errichtung die Wildbach- und Lawinenverbauung nicht kontaktiert wurde. Es hätte schon damals auf den Gefährdungsgrad – es liegen schon Gesteinsblöcke aus älteren Ereignissen im Gelände – des Bauareals hingewiesen werden können.

Nach einem Brand an der Almhütte wurde an deren Stelle seitens der Baubehörde ein „Alpengasthof“, wiederum ohne Einbeziehung der Wildbach- und Lawinenverbauung, genehmigt. Dessen Errichtung ist sicherlich mit dem aufkommenden Tourismus durch den Ausbau der Maltatalstraße zu begründen.

Um den touristischen Anforderungen gerecht zu werden, wurde eine Erweiterung des Alpengasthofes um eine Terrasse geplant und

auch genehmigt. Gleichzeitig wurde durch die nunmehr ganzjährige Bewirtschaftung um die ganzjährige Bewohnung des Hauses angesucht. In diesem Zusammenhang wurde die Wildbach- und Lawinenverbauung das erste Mal in das Genehmigungsverfahren einbezogen. Dabei wurde besonders auf den Umstand hingewiesen, dass die Zufahrtsstraße durch Lawinenabgänge im vorgelagerten Talbereich verschüttet wird und damit keine ganzjährige sichere Erreichbarkeit des Gasthofes möglich ist. Im Baubescheid wurde dieser Hinweis nicht berücksichtigt und festgestellt, dass das Gebäude für eine ganzjährige Bewohnung geeignet erscheint.

Bei weiteren Ausbaumaßnahmen, wobei ein Kiosk errichtet sowie ein Dachgeschossausbau durchgeführt wurde, wurde seitens der Baubehörde die Wildbach- und Lawinenverbauung zur Beurteilung eventueller Gefährdungen wiederum nicht beigezogen.

Für die Errichtung eines Schwimmbades mit Sauna und in Folge der Verbindung des Hotels mit dem Schwimmbad mittels geschlossenen Gangs wurden Auflagen zur Erhöhung der Sicherheit im Bescheid angeführt. Trotz fehlendem Nachweis der Auflagenerfüllung, bzw. Heranziehung der Einreichpläne als Nachweis wurde eine Benützungsbewilligung erteilt.

Bei den weiteren Baumaßnahmen am Objekt war die Wildbach- und Lawinenverbauung einbezogen und wurden die entsprechenden Vorgaben berücksichtigt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass seitens der Baubehörde die rechtzeitige Einbeziehung von Sachgutachtern, wie Forsttechniker, Geologen, Wildbach- und Lawinenverbauung als nicht notwendig erachtet wurde. Das Ergebnis zeigte das Windwurfereignis drastisch auf. Plötzlich war ein Leitbetrieb im Maltal massiv durch umfallende Bäume und Steinschlag gefährdet. Plötzlich musste aber auch die öffentliche



Abb. 8: Gefährliche Arbeitsbedingungen im Steilhang

Fig. 8: Dangerous working conditions on the steep slope

Hand und in weiterer Folge deren Gutachter und ausführende Organe für die Erhaltung dieses Betriebes mobil gemacht werden. Unter rechtzeitiger Einbeziehung der Sachgutachter wäre die Errichtung des Hotels an dieser Stelle und auch ohne entsprechende Schutzmaßnahmen nicht möglich gewesen und wäre die Errichtung von Steinschlagschutzmaßnahmen mit hohem Kostenaufwand und höchstem Gefährdungsgrad für die ausführenden Arbeiter nicht notwendig geworden.

Anzustrebende Erkenntnis aus dem Ereignis

Die Gemeinden – im weiteren Sinn die Baubehörden müssen – immer wieder und regelmäßig darauf aufmerksam gemacht werden, dass in erster Linie die aufliegenden Gefahrenzonenpläne und in weiterer Linie die optisch erkennbaren Naturraumgegebenheiten unbedingt beachtet werden. Diese Erkenntnis müsste schon rechtzeitig in die Ablaufverfahren einbezogen werden.

Schon bei den raumordnerischen Maßnahmen wie Erstellung des Flächenwidmungsplanes und Flächenwidmung im Einzelnen muss Rücksicht auf die Umstände der Standortsicherheit genommen werden, um zukünftig keine unnötigen Gefährdungspotenziale für entstehende Siedlungsräume zu schaffen sowie Schutzmaßnahmen mit hoher Beteiligung der öffentlichen Hand hervorzu-rufen.

Bei Bauverfahren in waldrandnahen Bereichen sollte grundsätzlich die Forstbehörde einbezogen werden, um Gefährdungen durch den Wald auszuschließen bzw. entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Abschließend sollte noch darauf hingewiesen werden, dass speziell die Standortsicherheit erhöhende Bescheidaufgaben entsprechend eingefordert werden müssen und die Benützungsbewilligungen erst nach Kontrolle der Nachweise dieser erteilt werden können.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Hugo Grerer
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Liesertal u. Ossiacher Seebecken
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: hugo.grerer@die-wildbach.at

ERWIN FERLAN, WERNER TRIBUTSCH

Erosionsschutz im alpinen Gelände am Beispiel Kaponigbach (Marktgemeinde Obervellach)

Erosion control in Alpine terrain based on the example of the Kaponig torrent (Community of Obervellach)

Zusammenfassung:

Im Einzugsgebiet des Kaponigbaches werden seit 1870 Schutzmaßnahmen ausgeführt. Die ersten Verbauungen wurden von den Bewohnern von Obervellach selbst errichtet. Mit den bisherigen Schutzkonzepten wurden v. a. die labilen Seitengräben des Oberlaufes konsolidiert. Hunderte Querwerke in extrem steilem Gelände oberhalb der Waldgrenze sollen die Tiefen- und Seitenerosion der z. T. runsenartigen Gerinnesysteme verhindern bzw. größtmöglich hintanhaltend. Dieser Verbauungsgrundgedanke lag auch dem Verbauungsprojekt aus dem Jahre 1999 zu Grunde. Das Projekt wurde mittlerweile großteils umgesetzt und steht kurz vor der Fertigstellung. Als Baustoff wurde Beton gewählt und die Querwerke in schwierigen Bereichen oberhalb von 2100 m Seehöhe wurden als Drahtschotterkörbe, sog. Gabionen, ausgeführt. Diese Variante ist kostengünstig und fügt sich gut in das Landschaftsbild der Nationalparkgemeinde ein. Bei den heurigen Starkregenabflüssen haben diese Maßnahmen ihre Funktion unter Beweis gestellt.

Die Windwurfkatastrophe vom Jänner 2008 lässt jedoch eine Erhöhung der Verklauungsgefahr durch nicht räumbares Wild- und Schadholz erkennen. Aus diesem Grunde ist die Gebietsbauleitung gefordert, im Rahmen der Projektevaluierung eine Projektergänzung/-erweiterung durchzuführen. Diese beinhaltet die Vorbereitung für eine dem Stand der Technik entsprechende mögliche Errichtung einer Geschieberetentionssperre samt Wildholzfilter oberhalb des Grabenausganges.

Summary:

Control measures have been taken in the watershed of the Kaponig torrent since 1870. The first technical constructions were built by the residents of Obervellach themselves. The previous protection designs mainly consolidated the unstable secondary ditch for the upper course. Hundreds of transverse structures were placed in extremely steep terrain above the forest line to prevent, or check as much as possible, the degradation and lateral erosion of the channel system that is partially a gulley-type system. The idea behind these technical constructions was also the basis for the technical construction project in 1999. In the meantime, the project has been implemented to a great degree and is shortly before completion. Concrete was selected as the construction material and the transverse structures have been placed in difficult areas over 2100 meters as wire mesh cages, also called gabions. This variant is cost-effective and fits well in the landscape of the national park area. This year's heavy rain drainage put these measures and their functionality to the test. The wind blast disaster of January 2008 however demonstrates the increased danger of debris jams from irremovable woody debris and damaged timber. For this reason, the district site supervision must supplement/expand the project in the scope of the project evaluation. This includes the preparation for an up-to-date possible construction of a sediment retention dam including a debris filter above the ditch outlet.

Allgemeines

Die Marktgemeinde Obervellach ist der Hauptort des unteren/mittleren Mölltals mit einer Einwohnerzahl von ca. 2300 Einwohnern. Die erste Erwähnung des Namens „Vellach“ stammt aus dem Jahre 980. Erste Siedlungsspuren sind ca. 6000 Jahre alt und durch Bodenfunde belegt. Die Bedeutung des Ortes hängt eng mit dem Bergbau (Gold, Silber, Kupfer etc.) zusammen. Dabei wurden im Gemeindegebiet selbst wenig Bodenschätze abgebaut, jedoch wurde die Weiterverarbeitung (Schmelze, Pochwerke, etc.) hier vorgenommen. Auch die Verwaltung des Bergbaues war in Obervellach beheimatet. Diese galt als Vorläufer der späteren Berghauptmannschaften.

Die Bedeutung des Ortes als „Zentrum“ wird dadurch unterstrichen, dass zwischen 1850

bis 1979 hier auch ein Bezirksgericht installiert war. Die Tauernbahn, die wichtigste Nord-Süd-Verbindung, welche 1909 eröffnet wurde, war für die Entwicklung von Obervellach ebenfalls von großer Bedeutung. Durch die erforderlichen Tunnelinsätze erhielt die FF Obervellach, welche die drittälteste Feuerwehr Kärntens ist (Gründungsjahr 1868), eine besondere Stellung.

Verbauungsgeschichtliches

Der Ort Obervellach befindet sich am Schwemmkegel des Kaponigbaches und deshalb hat das Wildbachgeschehen seit jeher eine besondere Bedeutung für die Bevölkerung.

Die Murgänge, die sich in den Jahren 1868 bis 1870 über den Siedlungsraum ergossen und große Verheerungen an Gebäuden und Kulturgründen anrichteten, zwangen schon damals



Abb.1:
Verbau-
ungen
errichtet
um 1880

Fig. 1:
Technical
construc-
tions built
a r o u n d
1880

die Bewohner von Obervellach zum energischen Eingreifen zur Abwendung dieser Gefahren. Die ersten Maßnahmen wurden bereits 1870 von den „Obervellachern“ ergriffen, wobei im Unterlauf ein Gerinne zur schadlosen Abführung der Geschiebmassen errichtet wurde. Da man dieser Gefahren nicht Herr wurde, wurden im Steggraben – das ist ein rechtsufriger Zubringer im Oberlauf – Verbaumaßnahmen in Form einfacher Querwerke in Trockenmauerbauweise errichtet. So wurden auch mit staatlicher Beihilfe schon am Ende der 70er Jahre und anfangs der 80er Jahre des vorvorigen Jahrhunderts in den oberen Grabenteilen 117 Querwerke errichtet. Nach der Gründung des Forsttechnischen Dienstes wurden die Verbaumaßnahmen fortgesetzt und sowohl im Hauptgraben als auch in den Seitengräben (Stegggraben und Wiltschkitzenbach) Schutzmaßnahmen verwirklicht, welche – mit Unterbrechungen – bis heute andauern.

Kenngroßen des Einzugsgebietes

Der Kaponigbach ist einer der bedeutendsten Wildbäche des Mölltales. Sein in den südlichen Ausläufern der Hohen Tauern, in der Reißbeckgrup-

pe gelegenes Einzugsgebiet hat eine Größe von 23 km² und erreicht mit dem Tristenspitz seine höchste Erhebung mit einer Seehöhe von 2930 m.

Ständig wasserführend beginnt der Kaponigbach in einer Seehöhe von ca. 2000 m. Der Bachlauf fließt ab hier bis zum Beginn der Schluchtstrecke im Mittellauf in südwestlicher Richtung und hat lediglich ein Längsgefälle von ca. 7%. In diesem Bereich nimmt er einige Seitengräben auf, wovon die rechtsufrigen Zubringer, der Wiltschkitzenbach bei hm 47,8 und der Steggraben bei hm 36,5, die bedeutendsten sind. Die gesamte Lauflänge des Kaponigbaches bis zur Mündung in die Möll beträgt ca. 12,5 km.

In den letzten 100 Jahren entwickelte sich der Wiltschkitzenbach zu einem mächtigen Geschiebelieferanten. So war es vor etwa 50 Jahren noch möglich, den Bach mit einem Schritt zu überqueren und nun finden sich dort Eintiefungen bis zu 10 m Tiefe. Die Erosionsrinnen haben auch bereits die Wasserscheide in einer Seehöhe von ca. 2700 m erreicht.

Das Teileinzugsgebiet des Steggrabens teilt sich im Wesentlichen in zwei steil abfallende Runsen, die sich in einer Seehöhe von ca. 1780 m vereinigen und dann nach einem ca. 1.100 m lan-

gen Lauf und einem Durchschnittsgefälle von ca. 40 %, rechtsufrig in den Hauptgraben münden.

Klimatische Situation

Das Einzugsgebiet liegt in der „kontinentalen Klimazone“ der Zentralalpen. Es herrschen lufttrockene, warme Sommer und kalte Winter vor. Die mittlere Jahresniederschlagssumme beträgt in Obervellach 915 mm.

Die Hauptniederschläge, die in der Hauptsache aus lokalen Gewitterzellen entstammen, entfallen auf die Sommer- und Herbstmonate. Der bisher extremste Tagesniederschlag, der dokumentiert wurde, wurde am 13. 09. 1903 mit 103 mm in Obervellach gemessen.

Die abschirmende Wirkung der Kreuzeckgruppe gegen die Mittelmeertiefdrucklagen bzw. des Tauernhauptkammes gegen die West- und Nordwest-Wetterlagen bedingen verminderte Niederschlagswerte gegenüber den benachbarten Gebieten im Mölltal.

Hydrologie

Grundsätzlich ist der Kaponigbach ein Wildbach mit starker Geschiebeführung. In der tief eingeschnittenen Schluchtstrecke im Mittellauf kann es jedoch durch kleinere Hangrutsche und durch Wildholz zu Verklausungen kommen, was wiederum zu Murstößen führen kann.

Das dem Gefahrenzonenplan zugrunde gelegte HQ₁₅₀ beträgt 67 m³/s. Nachrechnungen nach neueren Erkenntnissen bestätigten die Größenordnung dieser Annahmen.

Geologie

Der geologische Untergrund des Oberlaufes wird aus Gesteinen der penninischen Schieferhülle aufgebaut: Glimmerschiefer und Glimmerquar-

zite wechseln mit Amphiboliten. In den Runsen steht der Fels z. T. an, weist eine plattige Klufform auf und ist weitständig geklüftet. Im Felsverband treten Zonen mit engständiger Klüftung auf, sodass der Fels durch Gebirgsentspannung und Auflockerung in ein hangschuttartiges Haufwerk zerlegt erscheint (rechtsufrige Flanke des Wiltschkitzengrabens und des Steggrabens, Ursprung des Steggrabens). Zwischen Steggraben und Wiltschkitzengraben ist ein Kar ausgebildet, dessen Boden aus Moränenwällen aufgebaut ist.

Hangschutt, die Blockschuttmoräne und die Felsauflockerungszone befinden sich aufgrund ihrer bodenphysikalischen und felsmechanischen Eigenschaften nicht im dauernden Gleichgewicht. Aufgrund von Hangunterschneidungen durch Erosion neigen diese – z. T. bis 40 m mächtigen Schichten - zu Hangbewegungen, die bei Unwetter durch Hangsickerwasserführung und durch Wildbacherosion mobilisiert werden.

Die Bäche entspringen in hochalpiner Region und weisen im Oberlauf ein Gefälle zwischen 35 und 45° auf. Durch die Erosion haben sich bis zu 10 m hohe, 45 - 50° geneigte Einhänge gebildet. Die Abflussekton und die Einhänge sind durchgehend vegetationslos. An den Endhängen sind Nachbrüche von Lockermaterial zu beobachten, wodurch es im Ursprungsbereich zu flächenhaften Denudationen kommt.

Am östlichen Zubringer des Steggrabens hat sich im Bereich der Waldgrenze eine tiefes Kerbtal gebildet, an dessen Flanken Nackentälchen, Abtreppungen und rechtsufrig ein sichelförmiger Anriss entstanden ist. Zwischen dem sichelförmigen Anriss und dem Kerbtal auf Höhe der Waldgrenze belegt das ausgeprägte Relief (Kuppen und Verebnungen), Verkippungen von Felspartien und Zugspaltenbildung, dass der rechtsufrige Einhang auf etwa 150 - 200 m Breite und bis zu 200 m Länge von einer Hangbewegung betroffen ist.

Die mögliche anfallende Geschiebemenge im Katastrophenfall beträgt in Summe ca. 150.000 m³. Diese Menge teilt sich in 10.000 m³ aus dem Oberlauf, 20.000 m³ aus dem Mittellauf sowie 120.000 m³ aus den Seitengraben.

Bisherige Schadensereignisse

Schwere Katastrophenereignisse sind bereits aus dem vorvorigen Jahrhundert bekannt, aber nur unzureichend dokumentiert worden.

Am 08. 09. 1945 und am 13. 06. 1946 kam es durch Hochwässer im Kaponigbach und in der Möll zu Vermurungen von Wiesen und Feldern.

Am 19. 07. 1973 wurden nach einem heftigen Gewitter Brücken verklaut, größere Schäden konnten aber durch den raschen Einsatz der Feuerwehr abgewendet werden.

Ein heftiges Gewitter am 31. 07. 1958 war ebenfalls der Auslöser eines Hochwassers im Kaponigbach. Im Ortsbereich von Obervellach wurden 3 Brücken und 2 Stege weggerissen und der Bach trat vielfach über die Ufer, was zur Vermurung von mehreren Ortsteilen führte.

Beim Katastrophenhochwasser am 18. 08. 1966 in Kärnten kam es infolge eines Rückstaus bei der Mündung in die Möll ebenfalls zu Bachausbrüchen, was eine Vermurung von landwirtschaftlichen Flächen sowie die Beschädigung der Bundesstraßenbrücke zur Folge hatte.

Verbauungsgrundgedanke des Projektes

Die Verbauungen der letzten Jahrzehnte bzw. jener des vorvorigen Jahrhunderts im Oberlauf waren an der Grenze ihrer Funktionsfähigkeit angelangt und bei Zusammenbruch derselben war eine massive Erhöhung des Gefahrenpotenzials für die Ortschaft Obervellach zu erwarten. Aus diesen Gründen war die Erstellung des Verbauprojektes 1999 notwendig geworden.

An bestehenden Schutzbauten waren – ausgenommen die erwähnte Unterlaufregulierung – bisher neben den Konsolidierungsbauten der Seitengraben des Oberlaufes zwei Geschiebestausperren im Mittellauf bzw. oberhalb des Schwemmkegels am Hauptbach errichtet worden

Im Rahmen des nunmehrigen Verbauprojektes sollte einerseits durch eine wirkungsvolle Geschiebebewirtschaftung ein übermäßiger Geschiebetransport in den Unterlauf möglichst verhindert werden.

Im Hauptbach war daher zur Erreichung dieser Ziele bei hm 46,08 eine Rechensperre vorgesehen, um das anfallende Geschiebe aus dem Hauptgraben sowie aus dem Wiltschkitzenbach im Katastrophenfall zurückzuhalten und dann dosiert wieder abgeben zu können.

Im Unterlauf war es notwendig, kleinere Schäden an den Leitwerken und Querwerken auszubessern.

Die Verbauung des **Wiltschkitzenbach** hatte die Schließung einer bestehenden Verbauungslücke sowie die Verlängerung der Sperrenstaffelung (Konsolidierungswerke) zum Inhalt.

Der zweite Teil der Verbauung betrifft die Stabilisierung des Einzugsgebietes im **Steggraben**.

Da sich im unterliegenden Bereich des Hauptgrabens keine Möglichkeit zur Geschiebebewirtschaftung anbietet, galt daher der Verhinderung von weiteren Erosionen das Hauptaugenmerk.

Um dieses zu erreichen, mussten einerseits die bestehenden, über 100 Jahre alten Verbauungen saniert bzw. erneuert und wegen der fortschreitenden Erosion nach oben hin ergänzt werden. Um den flächenhaften Abtrag im obersten Einzugsgebiet zu stoppen, sollten die betreffenden Flächen eingezäunt und unter Zuhilfenahme von Hubschraubern begrünt werden.

Baubausführung – Baustoffwahl

Seit der Projektgenehmigung im Jahre 1999 wurde die Umsetzung der Maßnahmen gemäß dem Verbauprojekt fortlaufend durchgeführt. Unter anderem wurden die oben erwähnte kronenoffene Sperre am Hauptbach bei hm 46,08 errichtet und in der Folge Zug um Zug die Sanierungs- und Ergänzungsmaßnahmen an den Seitengraben umgesetzt.

Dabei wurde in den leichter zugänglichen Bereichen auf den Baustoff Beton gesetzt, in den bis zu 60 % steilen, schwer zugänglichen Höhenbereichen ist man auf den Einsatz von Drahtschotterkörben (Gabionen) übergegangen. Bereits Teile der alten Verbauungen – datiert um 1894 – waren hier in Form von Trockenmauern so errichtet worden. Diese Bauweise hat somit über 100 Jahre den Erosionskräften des Wassers getrotzt und ihre Funktionalität unter Beweis gestellt.



Abb.2 Erosionsflächen im Bereich des Steggrabens – Maßnahmen des Projektes – Konsolidierung der Bachsohle und Begrünung der offenen Flächen



Fig. 2: Erosion areas in the area of the Steggraben – project measures – and consolidation of the stream bottom and the seeding and greening of open areas.



Abb. 3: Konsolidierungsmaßnahmen im Witschkitzenbach

Fig. 3: Consolidation measures in the Witschkitzenbach torrent.

Bei der Ausführung in den Seitengräben über der Waldgrenze wurde neben der Handarbeit v. a. der Schreitbagger eingesetzt. Das steile Gelände und weite Fußwege erschwerten die Arbeit zusätzlich. Materialtransporte mussten mit Seilbahnbetrieb oder Helikopter erfolgen. Vorgefertigte Körbe (verzinktes Drahtgeflecht) wurden dabei an den Einbauort gebracht und in der Art eines Baukastensystems in der Baugrube lagenweise zusammengesetzt. Das Füllmaterial wurde aus den Erosionsrinnen vor Ort gewonnen und schichtweise händisch bzw. mit Schreitbaggerunterstützung eingebracht. Den oberen Abschluss des Drahtschotterkörpers stellte wiederum ein Drahtgeflechtdeckel dar, der mit dem stehenden System „vernäht“ wurde. Gegen die Erosionskraft des Geschiebes bei entsprechender Wass-

erführung entlang der Gerinnetiefenlinie wurde schließlich die Abflussektion der einzelnen Querwerke mit einem Belag aus Lärchenbohlen ausgekleidet.

Diese Methode der Erosionssicherung führt auch bei offenen Erosionsflächen zu guten Erfolgen, wobei hier die Anordnung der Werke annähernd in der Schichtenlinie erfolgt und eine entsprechende Bermenwirkung erzielt wird.

Nach den Böschungsarbeiten erfolgte eine Erosionssicherung der offenen Böschungen durch eine Abdeckung mit einer verrottbaren Geotextilmatte, welche begrünt wurde und dem Samen somit bessere Keimbedingungen für das Anwachsen bietet. Die Begrünung selbst wurde händisch oder mittels Helikoptereinsatz durchgeführt.

Insgesamt wurden in den Jahren 2006/2007/2008 von der Wildbach- und Lawinverbauung – Gebietsbauleitung Oberes Drautal und Mölltal – im Oberlauf des Kaponigbaches 109 Querwerke in Drahtschotterbauweise für ca. € 560.000.- errichtet.

Der Vorteil dieser Bauweise liegt darin, dass der Hauptbaustoff (Füllmaterial) vor Ort vorhanden ist und teure Transportkosten eingespart werden können. Durch den Naturbaustoff „Stein“ fügt sich das Bauwerk zudem in das Landschaftsbild gut ein, bietet einen Lebensraum für spezielle Tier- und Pflanzenwelt und hat daher naturschutzrechtliche Bedeutung.

HW-Ereignisse 2009 – Erfahrungen

Die Konsolidierungsmaßnahmen am Steggraben (Beton- und Drahtschotterquerwerke) konnten bis zur Bausaison 2008 abgeschlossen werden. Im Jahre 2009 wurde noch am Wilschkitzengraben bachaufwärts der bisherigen Staffelstrecke gearbeitet und die Konsolidierung durch den Einbau von weiteren Betongrundswellen ergänzt.

Während der Bauphase im heurigen



Abb.4: Grundschwellen mit Drahtschotterkörben und Erosionsschutzgewebe

Fig. 4: Ground sills with gabions and erosion control web

Sommer kam es zu zweimaligen Starkregenereignissen mit Spitzenabflüssen in den Teileinzugsgebieten. Unter anderem wurden dadurch Teile der Baustelleneinrichtung zerstört bzw. beschädigt und ein Schreitbagger ist durch Erosionswirkung abgestürzt (Unterspülung des Standplatzes). Aussagen der Bevölkerung zufolge und anhand von Abflussspuren (Stumme Zeugen) konnten in den Teileinzugsgebieten Abflüsse rückgerechnet werden, welche im Bereich des Bemessungsereignisses liegen.

Niederschlagsintensitäten von 40 mm in 30 min wurden gemessen.

Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass die bisher ausgeführten Maßnahmen ihre Funktion erfüllt haben. Schäden an den Schutzbauten selbst sind nicht aufgetreten. In den Staffelstrecken sind kleinere Erosionswirkungen zu beobachten, welche sich aber v. a. auf die Vor-

felder der Querwerke beschränken. Sowohl die Gabionen als auch die Betonwerke sind in ihrer Standsicherheit nicht gefährdet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass in steilen Erosionsstrecken bei der Ausführung von Staffelungen die Annahme des richtigen Verlandungsgefälles und somit die ausreichende Fundierung der einzelnen Werke von entscheidender Bedeutung ist (Eindeckung!).

Windwurfkatastrophe „Paula“ – Auswirkungen

Im Jänner 2008 hat das Sturmtief „Paula“ mit seinen Auswirkungen das untere/mittlere Mölltal schwer getroffen. Ein weiterer Sturm Schaden im Herbst 2008 hat zusätzliche Schäden verursacht. Dadurch kam es auch im Einzugsgebiet des Kaponigbaches zu flächenhaften Windwürfen. Insgesamt mussten auf einer Windwurffläche von ca. 40,5 ha etwa 11.500 fm an Schadholz aufgearbeitet werden.

Die Beseitigung der unzugänglichen, direkt in den Gerinnebereichen lagernden und unmittelbar abrutschgefährdeten Hölzer samt Wurzelteller wurde im Rahmen des Bundesheereinsatzes vorgenommen und die Hölzer wurden mittels Helikopter ausgeflogen. Dabei kamen auch die Black-Hawk-Hubschrauber zum Einsatz.

Der schneereiche Winter mit dem hohen Wasserdargebot und die starken Niederschläge aus den Gewitterregen im Sommer haben die Verklauungsgefahr durch nachrutschendes Material samt den Windwurfresten aus den entwaldeten Bereichen deutlich erhöht.

Projektauvaluierung – Ergänzungsmaßnahmen

Die nunmehrige Situation – Auswirkungen des Windwurfes – und die Tatsache, dass das Verbauungsprojekt 1999 in der genehmigten Form kurz vor dem projektgemäßen Abschluss steht, macht eine Projektauvaluierung erforderlich. Diese steht auch unter dem Eindruck der durch die Bevölkerung von Obervellach wahrgenommenen Sensibilisierung als Folge der Windwürfe und des sich daraus ergebenden erhöhten Schutzempfindens.

Das bisherige Schutzkonzept, welches mit den ersten Verbauungen des vorvorigen Jahrhunderts ihren Anfang nahm, sah grundsätzlich die Hintanhaltung der Tiefen- und Seitenerosion in den Seitengräben vor. Auch die folgenden Projektgrundgedanken – bis hin zum Verbauungsprojekt 1999 – blieben diesem Verbauungsgrundgedanken treu. Der bisherige fachliche Ansatz ist zweifelsohne als richtig einzustufen.

Die aufgetretenen Veränderungen im Einzugsgebiet durch die in den Jahren 2008 und 2009 stattgefundenen Sturmschäden macht nun eine neuerliche Beurteilung des Verbauungskonzeptes notwendig. Der Schluchtbereich war nach den Sturmereignissen durch Schadholz derartig

beeinflusst, dass die Gemeinde Obervellach zum Katastrophengebiet erklärt werden musste und das Holz durch das Österreichische Bundesheer im Grabenbereich entfernt wurde. Es kommt aber nun vermehrt zu Holzeintrag aus den Grabeneinhängen, was wiederum zu Verklauungen führt.

Die Gebietsbauleitung arbeitet derzeit an dieser Thematik und diese war auch Inhalt bei der Studienreise im Herbst 2009. Nach den bisherigen Erkenntnissen bietet sich die sinnvolle Möglichkeit, mit den Restmitteln des Projektkredites in Form von Ergänzungs-/Erweiterungsmaßnahmen am Grabenausgang eine Geschieberetentionsperre mit einem Wildholzfilter als Schlüsselbauwerk für den Siedlungsbereich zu errichten. Dieses kronenoffene Bauwerk soll räumbar sein und über eine entsprechende Zufahrtsmöglichkeit verfügen um im Ereignisfall die Öffnung der Durchflussöffnungen von Verklauungsmaterial veranlassen zu können.

Mit dieser Maßnahme könnte eine sinnvolle Ergänzung zu den bisher gesetzten Schutzbauten im Ober- und Mittellauf des Kaponigbaches als zusätzlicher Schutz für Obervellach erreicht werden.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Erwin Ferlan, Ing. Werner Tributsch
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
Sektion Kärnten
Gebietsbauleitung Oberes Drautal und Mölltal
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: erwin.ferlan@die-wildbach.at
werner.tributsch@die-wildbach.at

www.tauerngranit.at

Erdbau - Steinbruch

GIGLER

Ges.m.b.H

e-mail: gigler@tauerngranit.at

Schloßbichl 11a, 9853 Gmünd, Tel.: 04732/2265 Fax: DW 46

NEU !!! In unserer Produktpalette: NEU !!!

Gesägte Ware aus dem einzigartigen Tauerngranit

Bodenplatten

Wandverkleidungen

Fensterbänke

Maßanfertigungen

in den verschiedensten Oberflächenbearbeitungen

diamantgerüst - sandgestrahlt - poliert - geflämmt

Bewährtes in gewohnt erstklassiger Qualität

Mauersteine

Leistensteine

SCHOTTER mit CE-Zertifikat

Ziersteine

KRONENSTEINE

Stützmauern

Stufen

GRANIT - WASSERBAUSTEINE mit CE-Zertifikat

SCHREITBAGGER

NEU: Besuchen sie unser

AUSSTELLUNGSGELÄNDE

im Steinbruch Koschach in Malta

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

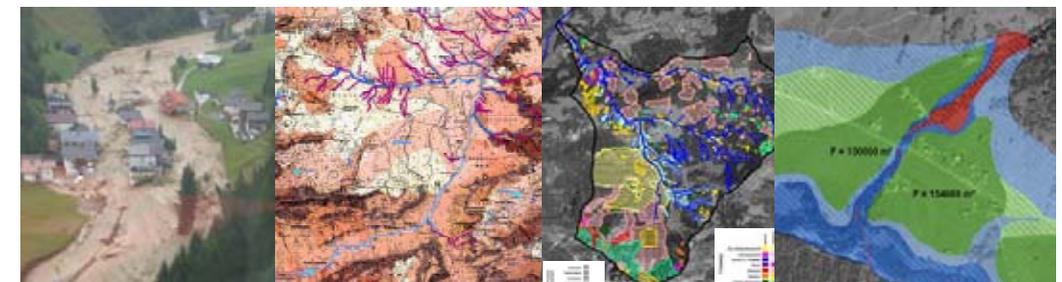
grabenweg 3a

A-6020 innsbruck

Unsere Leistungen im Naturgefahren-Management:

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

Weitere Bereiche: Umwelttechnik und Sportstättenplanung



HANSPETER PUSSNIG

Abflusscharakteristik des Mühldorferbaches unter Berücksichtigung des Windwurfereignisses durch den Sturm „Paula“

“Runoff characteristics of the Mühldorferbach catchment under consideration of the windthrow event caused by the storm “Paula”

Zusammenfassung:

Durch die Zusammenarbeit der Gebietsbauleitung Oberes Drautal und Mölltal der Wildbach- und Lawinerverbauung mit dem Institut für Alpine Naturgefahren der BOKU Wien entstand eine Diplomarbeit, die als Grundlagenerhebung für das Wildbachverbauungsprojekt Mühldorferbach dient. Von Interesse ist, in welchem Umfang sich das Bemessungsereignis durch die veränderten Einzugsgebietsparameter verändert. Nachdem der Bemessungsniederschlag nach Lorenz & Skoda durch die extremwertstatistische Auswertung von Niederschlagsmessstationen verifiziert werden konnte, wurde mit den NA-Modellen (HEC-HMS & ZEMOKOST) eine NA-Betrachtung vor und nach dem Windwurfereignis generiert. Die Eingangsparameter werden durch eine qualitative und quantitative Beschreibung soweit angepasst, dass sie den geänderten Gegebenheiten Rechnung tragen.

Es ist eine Zunahme des Hochwasserscheitels des vollkommen vom Windwurf beeinflussten Gebietes um den Faktor 2,09 (ZEMOKOST) und um den Faktor 2,36 (HEC-HMS) zu verzeichnen. Bei Betrachtung des gesamten Einzugsgebietes ergibt sich eine Erhöhung des Hochwasserscheitels von lediglich +6%. Da die maßgebenden Spitzenabflüsse im hochsubalpin- alpinen Höhenstockwerk entstehen, relativiert dies den Einfluss der Windwurfflächen auf das Oberflächenabflussverhalten im Einzugsgebiet Mühldorferbach.

Summary:

The master thesis “Runoff characteristics of the catchment Mühldorferbach under consideration of the windthrow event caused by the storm ‘Paula’” was written in cooperation with the Regional department Oberes Drautal und Mölltal from the Austrian Torrent and Avalanche Control and the Institut for Alpine Hazards from the University of Applied Life Sciences in Vienna. The thesis is seen as a pre-project to meet mitigation measures at the Mühldorferbach torrent. It aims to estimate the parameters influencing the surface runoff and how they change the calculations of the Precipitation Runoff Model. The frequency storm according to Lorenz & Skoda was verified using extreme value statistics of measured values of rain gauges in this area. The estimation used the models HEC-HMS and ZEMOKOST pre and post windthrow. To fit the parameters on changed catchment characteristics, a qualitative and quantitative description was made. Compared to forest areas, windthrow areas show a significantly increased surface runoff (+109% to +136%). Looking at the entire catchment, the surface runoff has increased by only +6%. Due to the appearance of the significant peak discharge and the runoff volume in the upper subalpine and alpine regions, the influence of windthrow events on runoff volume is diminished in the Mühldorferbach catchment.

1. Einleitung

„Paula“ stellt einen Tiefdruckkomplex dar, dessen Frontalzone am 27. 01. 2008 auch über das Kärntner Mölltal hinwegfegte. Die Windstärke von „Paula“ erreichte Orkanstärke (= 117,7 km/h = 32,7 m/s). Das größte Schadensausmaß wurde in der Steiermark und in Kärnten erreicht, wobei auch die Waldbestände des mittleren und unteren Mölltals stark in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Das Wildbacheinzugsgebiet Mühldorfergraben mit dem Mühldorferbach als bedeutender linksufriger Zubringer (südexponiert) der Möll, liegt im unteren Mölltal. Das Untersuchungsgebiet hat eine Größe von 17,5 km² mit einer abflusswirksamen Fläche von 15,14 km² und ist stark beeinträchtigt in Form von Windwurf und -bruch. Trotz der sorgfältigen Räumung des Holzes ist ein großes Wildholzpotenzial vorhanden (vorwiegend Wurzelteller im Bachlauf), was zu einer Prozessänderung beim Auftreten des Bemessungsereignisses führen kann.

Ziel meiner Diplomarbeit war es, einerseits eine Abflussmagnitude mit 100-jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln, andererseits sollten die Auswirkungen des Windwurfes auf das Abflussverhalten anhand von konventionellen, in der Praxis vorwiegend Verwendung findenden NA-Modellen (ZEMOKOST & HEC-HMS) berechnet werden. Hier ist nicht bloß die Auswirkung des Windwurfes auf das gesamte Einzugsgebiet (EZG) wichtig, auch mussten die Auswirkungen auf vollständig vom Windwurf betroffene Teileinzugsgebiete (TEZG) errechnet werden.

Erst nachdem man weiß, wie hoch der Reinwasserabfluss ist, kann die Transportkapazität des Bemessungsereignisses in einzelnen Homogenbereichen berechnet werden und es können Modelle zur Geschiebefracht- und Schwemmholtzermittlung herangezogen werden. Neben dem Wildholzpotenzial besteht ein Geschiebepotenzial, ausgelöst durch punktuelle Geschiebeeinträge von degradierten Flächen.

Das Windwurfereignis nahm seinen größten Schaden vor allem an immergrünen

Flachwurzeln wie der Fichte, wobei bei einem Sturmereignis weniger die Wurzel der initiale Faktor des Wurfes/ Bruches ist, sondern die Größe der exponierten Angriffsfläche. Die betroffene Waldfläche stellt zum größten Teil Schutzwald in Ertrag dar, was einerseits Auskunft über die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes gibt (gute Bonitäten des Bodens), andererseits handelt es sich um Erosionsschutzwald. Das Windwurfereignis trat überwiegend in Form



Abb. 1: Der Mittellauf des EZG Mühltal, Blick Richtung Süden

Fig. 1: Middle reaches of the Mühltal catchment facing south

von Wurzelbruch und Baumwurf auf, was auf frostfreie Verhältnisse im Boden zum Zeitpunkt des Ereignisses hindeutet. Das Freilegen von Rohboden durch das Ereignis führte bereits nach kurzer Zeit zu punktuellen Geschiebeeinträgen in Form von Translationsrutschungen.

Zur Einzugsgebietsparameterabschätzung wurden Landnutzungsklassen mit hoher Auflösung im EZG verwendet, um aufwändige Flächenaufnahmen im Gelände so gering wie möglich zu halten. Ein möglichst vollständiger Datensatz mit geforderter Auflösung ist die Voraussetzung um ausgewiesene Flächen mithilfe der Geländeanleitung nach MARKART et al. (2004) zu begehen und zu klassifizieren. Mithilfe des Datensatzes nach SEGER (2003) konnten im EZG 14 Realraumtypen identifiziert werden. Aufgrund des Windwurfereignisses musste der zusätzliche Realraumtyp Windwurffläche bestimmt werden. Dieser wurde mithilfe von Geländebegehung und Trackaufzeichnung mittels GPS sowie Luftbilddatenauswertung verortet. Als Ergebnis konnten

190 ha Windwurffläche – vorher Schutzwald in Ertrag – festgestellt werden (siehe Abb. 1).

Weitere benötigte Kartengrundlagen stellen die geologische Karte mit Fest- und Lockergesteinen und eine Karte der Bodentypen dar. Bodenarten wurden im Zuge der Geländebegehung mithilfe der Fingerprobe bestimmt.

2. Der Bemessungsniederschlag

Der Bemessungsniederschlag nach Lorenz & Skoda (BMLFUW, 2009) wurde mittels extremwertstatistischen Auswertungen von drei relevanten Niederschlagsmessstationen einer Verifizierung unterzogen. Zuerst sind die Daten der Niederschlagsmessstationen auszuwerten. Der Vergleich von gemessenen 15-Minuten-Werten mit gemessenen Tagesniederschlagswerten für denselben Zeitraum ergab, dass sich 15-Minuten-Werte aufgrund der Intervallbegrenzung der Messung von 15 Minuten im Gegensatz zu den Intervallbegrenzungen der Tagesniederschlagswerte auf 24 Stunden in einem weit höherem Niveau bewegen (+20 mm NS!). Dies lässt folgenden Schluss

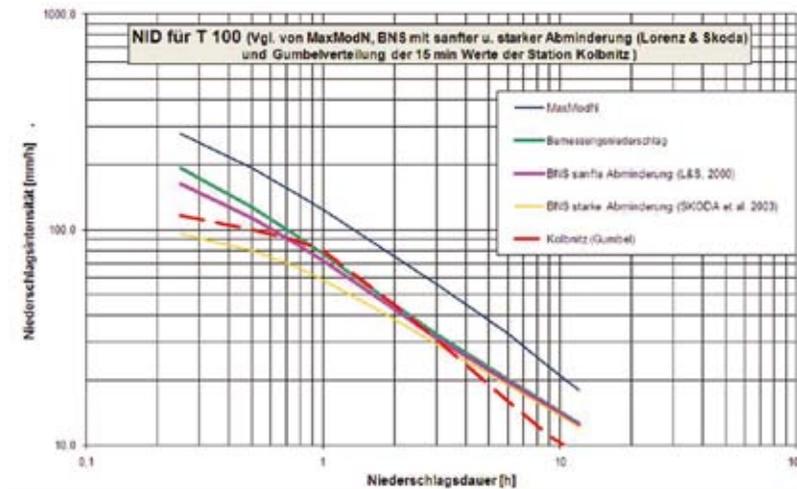


Abb. 2: Niederschlagsintensitätsdiagramm für die Jährlichkeit 100

Fig. 2: Precipitation intensity diagram for a 100 year event

zu: Tagesniederschlagswerte der Station Kolbnitz verhalten sich nicht vollkommen kongruent zu ausgewerteten 15-Minuten-Werten. Benannte Tagesniederschläge weisen zwar denselben Trend der Niederschlagshöhe auf, jedoch liegen sie signifikant unter den Niederschlagshöhen der ausgewerteten 15-Minuten-Werte. Aus diesem Grund ergibt sich die Forderung nach Niederschlagsdaten kurzer Dauerstufe für Bemessungszwecke. Die Niederschlagsmessstationen befinden sich nahe bzw. direkt im EZG. Der Vergleich der extremwertstatistisch ausgewerteten 15-Minuten-Niederschlagswerte der Station Kolbnitz mit dem Bemessungsniederschlag ohne, mit sanfter und mit starker Abminderung ist in Abb. 2 dargestellt. Die Überprüfung stellt eine besonders wichtige Aufgabe im Hinblick auf die Sensitivität von NAModellen gegenüber dem Inputparameter Niederschlag dar.

Die Niederschlagsverteilung der Station Kolbnitz verhält sich durchaus ähnlich der Verteilung des Bemessungsniederschlags mit starker Abminderung nach SKODA et al. (2003). Die Kongruenz lässt sich vor allem bezüglich der Krümmung bei kurzen Dauerstufen bestätigen. Jedoch ergibt

die Auswertung der Station Kolbnitz höhere Werte, dies wiederum vor allem während kurzer Dauerstufen.

Die Verteilungen des dauerstufenabhängig gewichteten Bemessungsniederschlags sowie der extremwertstatistisch ausgewerteten Niederschlagsdaten der Station Kolbnitz verlaufen von D45 bis D180 Minuten konform. Für

weitere Bemessungsaufgaben wird somit der Bemessungsniederschlag nach LORENZ & SKODA (2000) ohne Abminderung verwendet.

Geht man nun davon aus, dass die Anlaufzeit des EZG eine Stunde beträgt, so betragen die Niederschlagshöhen laut den diversen Modellen und der Station Kolbnitz (siehe Abb. 2) zu diesem Zeitpunkt:

MaxModN	140 mm
Bemessungsniederschlag (BNS)	80 mm
BNS sanft abgemindert	70 mm
BNS stark abgemindert	60 mm
Kolbnitz (Extremwertstatistik)	80 mm

3. Anpassung der hydrologischen EZG-Parameter

Nach einer qualitativen Bewertung des veränderten Abflussverhaltens des Windwurfgebietes im Verhältnis zum Wald, werden Werte abgeleitet, die die hydrologischen Gegebenheiten im EZG möglichst vollständig beschreiben.

In Tab. 1 werden die das Oberflächen-

	Parameter	Wald	Wertung	Windwurffläche	Wertung
BODEN	Bodentyp	mittel- bis tiefgründige Braunerden, z.T. Ranker	+	mittel- bis tiefgründige Braunerden, z.T. Ranker	+
	Bodenart	schluffiger Sand	++	schluffiger Sand	++
	Bodenrauigkeit	mittlere Rauigkeit durch Baumstämme und wenig Unterwuchs, mittlere Gerinnenetzdichte, etwas glatt	-	sehr hohe Rauigkeit durch gekippte Wurzelsteller vs. sehr glatte Flächen durch Seiltrassen und Forststraßen, Ausbildung einer hohen Gerinnenetzdichte (initiale Erosionsvorgänge) flächengewichteter Zustand ist ziemlich rau	+
	Infiltration	hohe Infiltrationsleistung durch Bodenart und Bodentyp, keine mechanische Beanspruchung	+	hohe Infiltrationsleistung durch offene Bodenoberfläche vs. geringe Infiltrationsleistung durch die Verdichtung des Oberbodens bei Bringung mittels Seiltrassen und Forststraßen, hohe Gerinnenetzdichte, flächengewichteter Zustand ergibt mittlere Infiltrationsleistung	-
VEGETATION	Vegetation	Nadelwald, Altersklassenwald im Baumalter, wenig Unterwuchs, etwas glatt	-	initiale Sukzession von Freiflächen, Sträuchern/Büschen zu Wald (Resilienz), etwas rau	+
	Interzeption	geschlossenes Kronendach des Nadelwaldes, sehr hohe Interzeptionsleistung	++	erst weitestgehend fehlende, mit der Sukzession zunehmende Interzeption	--

Tab. 1: Qualitative Erfassung der Auswirkungen des Windwurfes

Tab. 1: Qualitative survey of the windthrow event impacts

abflussverhalten verändernden Parameter vor und nach dem Windwurf aufgelistet und qualitativ bewertet. Die Bewertung richtet sich nach dem hydrologischen Verhalten im Sinne vom Oberflächenabfluss. So beschreibt -- besonders negative Verhältnisse mit hoher Neigung zu Oberflächenabflussbildung und ++ besonders positive Verhältnisse mit geringer Neigung zu Oberflächenabflussbildung. Der Zeitpunkt der Bewertung ist nach der Bringung des Schadholzes.

Rote Felder stellen den im Vergleich der Auswirkungen der Parameter auf Wald und Windwurffläche schlechteren hydrologischen Zustand dar, grüne Felder den besseren.

Um operationalisierbare Werte zur NA-Modellierung zu erhalten, müssen die qualitativ festgestellten Auswirkungen im Folgenden in Zahlen gefasst werden. Somit werden den Wald- und

Windwurfflächen Abflussbeiwertklassen (AKL), Rauigkeitsklassen (RKL) und entsprechende CN-Werte zugewiesen (siehe Abb. 3).

Waldflächen bieten ein gutes Infiltrationsvermögen durch tiefgründige Braunerdeböden mit mosaikartig verteilten Schutthalden, wobei ein Bodentyp zwischen A und B verwendet wurde. Daraus lässt sich bei Wald (dicht) ein Schwankungsbereich des CN-Wertes von 25 bis 55 ablesen. Nach Gewichtung der Teilflächen ergibt sich der Wert 40 für den Realraumtyp Nadelwald. Die Abflussbeiwertklasse 2 zeugt von dichtem Fichtenwald mit z. T. Unterwuchs auf dem Bodentyp mittel- bis tiefgründiger Braunerdeböden mit der Bodenart schluffiger Sand. Die Rauigkeitsverhältnisse sind durch wechselnde glatte und steile Abschnitte mit Schutthalden mit der RKL 3 zu beschreiben.

Windwurfflächen nehmen in Bezug auf die Zuordnung von Abflussbeiwerten und CN-Werten eine Sonderstellung ein, da sie kleinflächig eine besonders heterogene Struktur aufweisen. So mussten grobe Standardisierungen vorgenommen werden, um einen operationalisierbaren Wert zu erzielen. Abflussbeiwertklassen variieren zwischen 2 und 5, was eine gewichtete AKL für Windwurfflächen von 3 ergibt. Windwurfflächen verhalten sich zwar vom Bodentyp her ähnlich den Waldflächen, jedoch ändert sich die Bodennutzung erheblich, indem sie vom dichten Wald zum stark aufgelockerten Wald bis Weide tendieren und somit den CN-Wert 55 beanspruchen. Die Rauigkeitsklasse 5 ergibt sich durch die gekippten Wurzelsteller der Prozesse Wurzelbruch und Windwurf.

Exkurs Kahlschlagflächen: Die Auswirkungen des Windwurfes sind nicht gleichzusetzen mit den Auswirkungen, die ein Kahlschlag haben würde. Kahlschlagflächen würden durch

die maschinelle Bringung eine geringere Bodenrauigkeit aufweisen, die Infiltrationsleistung wäre durch die Verdichtung des Oberbodens gehemmt und die Interzeption würde weitestgehend fehlen. Somit haben Windwurfflächen hydrologisch bessere Eigenschaften als Kahlschlagflächen, da sie allenfalls eine Erhöhung der Rauigkeit aufweisen.

Die Anpassung der Parameter von Nadelwald zu Windwurffläche ist in Tab. 2 ersichtlich.

Realraumtyp	CN-Wert	AKL	RKL
Nadelwald	40	2	3
Windwurffläche	55	3	5

Tab. 2: Quantitative Erfassung der Auswirkungen des Windwurfes

Tab. 2: Quantitative survey of the windthrow event impacts

Die angepassten, das Oberflächenabflussverhalten der Windwurfflächen, des Waldes sowie der weiteren 13 Realraumtypen nach SEGER (2003) beschreibenden Werte sind in Abb. 3 dargestellt.

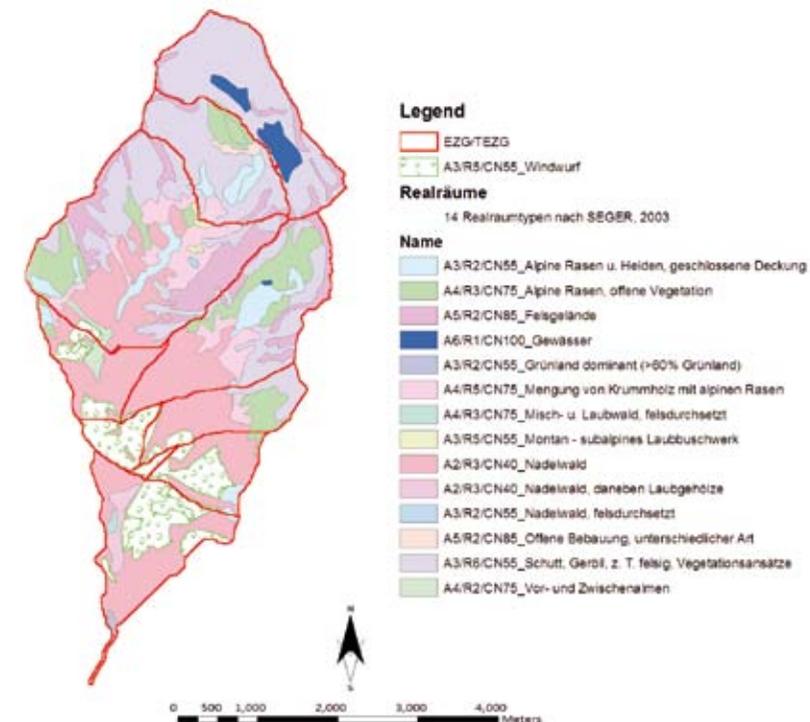


Abb. 3: Segmentation des EZG in TEZG, Realraumtypen mit Windwurfflächen samt AKL, RKL und CN-Werten

Fig. 3: Segmentation of the catchment in sub-catchments and windthrow areas with AKL, RKL and CN-values

4. Die Ergebnisse

In Abb. 4 werden die Veränderungen des Windwurfereignisses auf das Abflussverhalten der betroffenen Gebiete skizziert. Im Vergleich zu Waldflächen resultieren die Windwurfflächen bei der Betrachtung zum Zeitpunkt nach der Bringung des Schadholzes

- im schnelleren Anspringen des Oberflächenabflusses (durch die Verringerung der Anfangsverluste)
- im Erreichen eines signifikant höheren Hochwasserscheitels (durch verringerte Infiltration und Interzeption)
- zu einem späteren Zeitpunkt (Erhöhung der Verzögerungszeit durch die Rauigkeit).

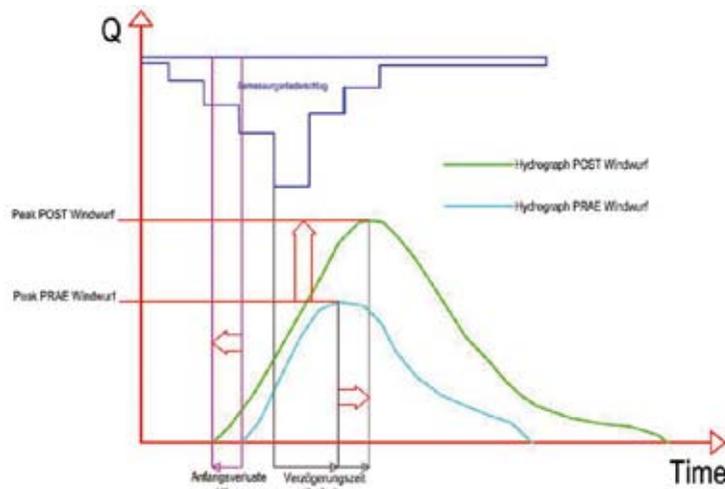


Abb. 4: Skizzierte Veränderungen im Abflussverhalten des TEZG 122 durch die Entwaldung

Fig. 4: Schematic changes in runoff characteristics due to windthrow

Nach der Verminderung der Anfangsverluste „springt“ der Hydrograph schneller an, bedingt durch die nunmehr eingeschränkte Interzeptionswirkung des Fichtenwaldes und die verminderte Infiltrationsleistung des Bodens. Ab einer Regenintensität von 7 mm lässt sich nach MANIAK (1997) eine Interzeptionswirkung von Fichte

zwischen 3,5 und 5 mm identifizieren. Bei der Modellierung vermindern sich jedoch die Anfangsverluste um 8 mm, was sich neben der stark reduzierten Interzeptionswirkung in der Degradation des Oberbodens begründen lässt. Durch die mechanisierte Rückung mittels Seilanlagen und der Erschließung findet Versiegelung und Verdichtung des Bodens statt (siehe Tab. 1).

Nachdem nun das Infiltrationsvermögen und die Interzeptionsleistung abnimmt bzw. erlischt, der Oberflächenabfluss schneller anspringt und der Hochwasserscheitel durch die hohe Rauigkeit zu einem späteren Zeitpunkt erreicht wird, ergeben sich allein durch die Anpassung der Parameter an die geänderten Verhältnisse post Windwurf eklatante Unterschiede im gesamten Abflussgeschehen. So erhöht sich die Abflussfracht um den Faktor 1,74. Die Zunahme des Hochwasserscheitels der vollkommen vom Windwurf beeinflussten Gebiete erhöht sich um den Faktor 2,09 (ZEMOKOST) und um den Faktor 2,36 (HEC-HMS).

Der Vergleich der Auswirkungen des Windwurfereignisses wird mit dem Gesamteinzugsgebiet generiert und ist in Tab. 3

neben einem Vergleich der mit diversen Methoden berechneten Spitzenabflussbeiwerte dargestellt. Hier wird ersichtlich inwieweit sich die oben genannten signifikanten Unterschiede der Ergebnisse der Windwurfflächen nun bezüglich der Sichtweise des gesamten EZG verhalten.

Es lässt sich somit allenfalls die Aussage tätigen, dass die vom Windwurf betroffenen Flächen im EZG einen Einfluss sowohl auf das Abflussgesche-

Methodik	Peak Discharge HQ100 [m³/s]	
	Prae WW	Post WW
HEC-HMS	50,3	53,3 (+3,0/ +6,0%)
ZEMOKOST	53,0	56,4 (+3,4/ +6,4%)
SCS (DVWK, 1991)	40,4	44,6 (+4,2/ +10,4%)
Hochwasserkennwerte (MOSER, 2009)	Nicht differenzierbar	50,0 (von 40 bis 63)
WUNDT/ LÄNGER (1981)	Nicht differenzierbar	51,5
Regionalisierte Abflussfaktoren	Nicht differenzierbar	51,1

Tab. 3: Vergleich der Ergebnisse der Berechnung des Hochwasserscheitels HQ100 des EZG Mühldorferbach

Tab. 3: Compared results of the peak discharge HQ100 of the Mühldorferbach watershed

Der Hochwasserscheitel erhöht sich durch die neuen Umstände nach dem Windwurfereignis bei der Modellierung mit HEC-HMS um 3 m³/s, was einer prozentuellen Zunahme von lediglich +6% entspricht. Auch die Zunahme der Abflussfracht von 29.000 m³, also +5%, bedeutet einen geringen Anstieg. Ähnlich verhält sich die Zunahme bei der Berechnung mit ZEMOKOST, wenngleich der Spitzenabfluss im Vergleich zum HEC-HMS mit 56,4 m³/s um 6% höher liegt (siehe Abb. 5).

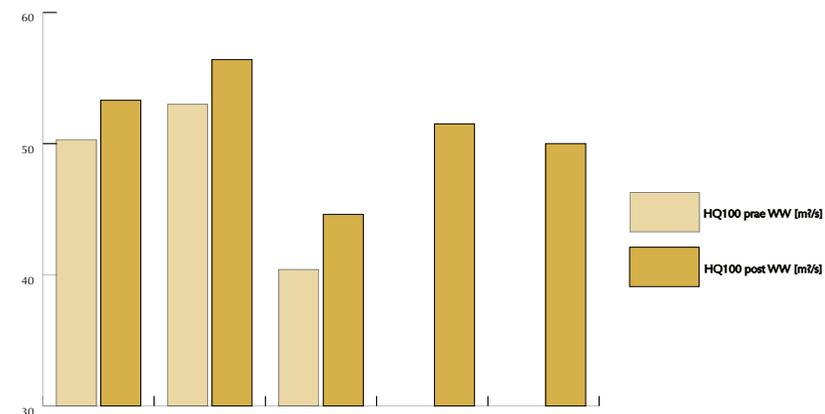


Abb. 5: Auswirkungen des Windwurfes auf das Oberflächenabflussverhalten des EZG Mühldorferbach prae und post Windwurf

Fig. 5: Impacts of the windthrow on surface runoff in the Mühldorferbach catchment before and after the event

Es lässt sich somit allenfalls die Aussage tätigen, dass die vom Windwurf betroffenen Flächen im EZG einen Einfluss sowohl auf das Abflussgesche-

hen der ehemals bewaldeten Flächen als auch auf das Abflussgeschehen vom gesamten Einzugsgebiet haben, da eine signifikante Zunahme des Hochwasserscheitels des vollkommen vom Windwurf beeinflussten Gebietes zu verzeichnen ist. Der Einfluss des Windwurfes auf den Hochwasserscheitel des gesamten EZG erscheint jedoch als sehr gering (+6%), bedingt durch den **großen Flächenanteil in der alpinen Höhenstufe**, der mit den Flächen der subalpinen Höhenstufe für den

Großteil des Spitzenabflusses und der Abflussfracht bestimmend ist. Bei Erreichen des Bemessungsereignisses bei den Windwurfflächen der montanen Höhenstufe ist bereits mit einem Hochwasserscheitel HQ_{100} von 35,8 m³/s zu rechnen, was einen Anteil von ca. 67% des Bemessungshochwassers des gesamten EZG bedeutet. Somit ent-

steht in dem vom Windwurf beeinflussten Gebiet (Realraumtypen Windwurffläche und Wald) lediglich ein zusätzlicher Hochwasserscheitel von

17,5 m³/s, was den geringen Einfluss von Windwurfflächen am Abflussgeschehen im Mühldorferbach unterstreicht.

Obwohl sich das Abflussgeschehen nach dem Windwurfereignis bloß in einem geringen Ausmaß erhöht, erhöhen sich prozessändernde Faktoren im EZG, wie Wildholz- und Geschiebepotenzial, in weit größerem Umfang.

Windwurfgebiete stellen Flächen dar, die kleinstandörtlich große Heterogenitäten aufweisen und dementsprechend eine gewisse Bandbreite bei der Bestimmung der hydrologischen Einzugsgebietsparameter zulassen. Rauigkeitsparameter lassen sich unbefriedigend in die Modellierung integrieren, wodurch die Verzögerungszeit zu fehlerhaften Ergebnissen führt.

Es sei angemerkt, dass die veränderten CN-Werte, AKL und RKL in den betroffenen Teileinzugsgebieten des Mühldorferbaches Gültigkeit haben und nicht auf andere Gebiete übertragbar sind. Es wäre vermessen, anzunehmen, dass die angepassten Beiwerte als Standard für ähnliche Gebiete Verwendung finden können. Zu viele einzugsgebietsspezifische Charakteristika wie Bodenverdichtung durch Rückung, zusätzliche Erschließung zwecks Kalamitätsholzbringung, diverse Rauigkeiten im Gebiet usw. finden Niederschlag in der Bestimmung der Parameter.

Die Abflussmodellierung am Mühldorferbach stellt bloß eine Momentaufnahme dar. Bei Berücksichtigung der zeitlichen Komponente können sich erhebliche Änderungen im EZG ergeben. Bereits in wenigen Jahren verändern sich Parameter wie Vegetation oder Durchwurzelung bedingt durch Sukzession eklatant. Aus hydrologischer Sicht sind diese Veränderungen als positiv zu betrachten, da dadurch ein geringerer Oberflächenabfluss suggeriert werden kann. Gegenteilig kann sich jedoch die Gefahr von sekundären, biotischen Schäden am Wald durch Borkenkäferbefall am fichtenbetonten Restbestand auswirken.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Hanspeter Pussnig
Sonnberg 6
9832 Stall

Literatur / References:

Als Sekundärliteratur dient die Diplomarbeit von Pussnig, Primärliteratur ist auszugsweise angeführt.

PUSSNIG, H. (2009):
Abflusscharakteristik des Mühldorferbaches unter Berücksichtigung des Windwurfereignisses durch den Sturm Paula, Diplomarbeit am Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien

BAZZIGHER, G., SCHMID, P. (1969):
Sturmschäden und Fäule. Schweiz. Z. Forstwes., 120, 10: 521-535

BMLFUW (2009):
eHYD, Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt URL: http://gis.lebensministerium.at/ehyd/frames/autologin.php?gui_id=eHYD Abruf vom 02.03.2009

DVWK (1991):
Beitrag zur Bestimmung des effektiven Niederschlags für Bemessungshochwasser aus Gebietskenngrößen, Ergebnis einer vergleichenden Untersuchung durch den DVWK- Fachausschuss „Niederschlag-Abfluss-Modelle“, DVWK Materialien 2/1991

HEC-HMS:
Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), Download vom 10.01.2009 unter URL: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>
KOHL, B., STEPANEK, L. (2005):
ZEMOKOST – neues Programm für die Abschätzung von Hochwasserabflüssen. BFW-Praxisinformation

LÄNGER, E. (1981):
Die Hochwasser – Abflussmengen kleiner Wildbacheinzugsgebiet. Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. 45. Jahrgang

LORENZ, P. & SKODA, G. (2000):
Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen (D<=12 Stunden) mit inadäquaten Daten. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 80 S.1-24; Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserversorgung, Wien.

MANIAK, U. (1997):
Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Verlag

MARKART G., KOHL B., SOTIER B., SCHAUER T., BUNZA G., STERN R. (2004):
Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen. – BFW – Dokumentation, 89 S.

MOSER, J. et al.(2009):
Leitfaden: Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten. Version vom 24.02.2009 BMLFUW, Wien

SEGER, M. (2003):
Landinformationssystem Österreich, Studienblätter. – Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt

SKODA, G. et al. (2003):
Konvektive Starkniederschläge – Niederschlag in 15, 60 und 180 Minuten. Teil 2.5 – 2.7 in HAÖ Hydrologischer Atlas Österreichs

SOIL CONSERVATION SERVICE (1985):
SCS National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology, U.S. Dep. of Agriculture, Washington D.C.

ZIVILTECHNIKERBÜRO DI WERNER TIWALD

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



Langseitenrotte 19
A-3223 Wienerbruck

Zweigstelle: Saurweinweg 5
A-6020 Innsbruck

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

KALCZYK & KREIHANSEL
Ziviltechnikergesellschaft für Bauwesen GmbH.

Schutzwasserbau - Wasserbau - Grund- und Spezialtiefbau
Straßenbau - Sportanlagenbau - Siedlungswasserbau
Planung - Statik - Bauaufsicht - Bauarbeitenkoordination
A-3133 Traismauer/Stollhofen, Friedhofstraße 19
Tel.: +43 2783 88 55 Fax: +43 2783 88 55 - 20
office@ztkuk.at www.ztkuk.at

Geolith

Consult

Geologie & Geotechnik

Planung
Beratung
Erkundung
Baubegleitung

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

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

www.geolith.at

BAUGEOLOGIE GEOTECHNIK HYDROGEOLOGIE ROHSTOFFGEOLOGIE INGENIEURGEOLOGIE

Frenkenberger

Rohstoffhandels-GmbH

STAHLROHRE - SCHIENEN - TRÄGER - BLECHE

Rohrdurchlässe aus Stahlrohren

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

Als Lagerhalter stehen wir zur Verfügung

FRENKENBERGER GmbH pünktlich und zuverlässig
flexibel und stark im Service!



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

PETER MAURER, HANSJÖRG HUFNAGL

Hochwasserschutz für die Stadt St. Veit an der Glan Verbauungsprojekt Obermühlbach

Flood control for the municipal area of St. Veit/Glan Obermühlbach Project

Zusammenfassung:

Durch das Verbauungsprojekt Obermühlbach sollen weite Teile des Stadtgebietes von St. Veit/Glan vor Hochwasserkatastrophen geschützt werden. Die Besonderheit dieses Projekts liegt darin, dass darin einerseits „herkömmliche“ Verbauungsweisen in Form von Geschiebestausperren sowie einer Hochwasserretentionsanlage, andererseits im Bereich Spezialtiefbau angesiedelte Verfahren zur Untergrundstabilisierung und zur Untergrundabdichtung vereint sind.

Summary:

The aim of the Obermühlbach project is to protect large parts of the municipal area of St. Veit from flood disasters. The following paper shows measures of flood and sediment control and discusses different methods of ground improvement.

Einleitung

Das Einzugsgebiet des Obermühlbaches befindet sich im politischen Bezirk St. Veit in den Gemeinden Frauenstein und St. Veit/Glan in den Ausläufern der Gurktaler Alpen und weist eine Größe von ca. 20 km² auf.

Ein Blick in die Hochwasserchronik zeigt, dass es im Stadtgebiet von St. Veit wiederholt zu größeren Hochwasserschadensereignissen gekommen ist. So kam es beispielsweise im Jahre 1924 zu einem Bachausbruch im Bereich des Krankenhauses, wobei die Klosterkirche im Zentrum von St. Veit 2 m hoch eingeschottert wurde und der Hauptplatz 60 cm unter Wasser stand. Der steile Stiegenabgang in die Klosterkirche zeugt noch heute von dem damaligen Ereignis. Am 20.8.1930 kam es zur Zerstörung von Straßen und Brücken im Stadtgebiet und am 9. und 13.10.1933 wurde der Güterbahnhof überschottert.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden zwar verschiedene Verbauungsmaßnahmen im Stadtbereich sowie im Oberlauf ausgeführt, allerdings ergab die Gefahrenzonenplanung im Jahre 1995, dass die gemauerte Künette im Stadtgebiet bei einem Ausbauquerschnitt von 3,3 m² lediglich eine maximale Wassermenge von 20 m³/s schadlos abführen kann. Dem gegenüber wurden für das Bemessungsereignis ein Hochwasserabfluss von 54 m³/s (HQ₁₅₀) und eine Geschiebefracht von 10.000 m³ ermittelt.

Aufgrund der neuen Kenntnislage wurde seitens der Stadtgemeinde St. Veit die Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten um Projektierung und Ausführung von geeigneten Maßnahmen am Obermühlbach ersucht und daraufhin wurde das Verbauungsprojekt 2000 ausgearbeitet, dessen Fertigstellung im Jahre 2008 erfolgte. Die Gesamtkosten aller Maßnahmen belaufen sich auf ca. € 3,26 Mio., wovon 67% vom Bund, 19% vom

Land Kärnten und 14% von anderen Interessenten (Landesstraßenverwaltung, ÖBB, Gemeinden St. Veit und Frauenstein) finanziert wurden.

Das gegenständliche Verbauungsprojekt erscheint vor allem aus zwei Gründen besonders interessant und deshalb wird auf diese beiden Themenbereiche im Folgenden näher eingegangen:

- Das Verbaungsziel eines vermehrten Schutzes von stark gefährdeten Teilen des Stadtgebietes von St. Veit sowie an den Bach angrenzenden Ortsteilen von Hintausdorf und Obermühlbach soll nicht nur durch „herkömmliche“ Verbauungsweisen in Form von Gechiebestau- oder Geschiebedosiersperren, auf die hier nicht näher eingegangen wird, sondern insbesondere durch eine wesentliche Verkleinerung des Hochwasserspitzenabflusses in Form einer Hochwasserretention – einer Verbauungsform, die in Kärnten erstmalig angewandt wurde und zunehmend an Bedeutung gewinnt – erreicht werden.
- Der Bereich der für die Hochwasserretention vorgesehenen Anlage erforderte aufgrund der vorgefundenen Untergrundverhältnisse spezielle Gründungs- und Abdichtungsmaßnahmen, um die Gefahr einer Suffosion bzw. eines hydraulischen Grundbruches (unterirdische Erosion entlang der Sickerlinie) hintanzuhalten.

Hydrologie

Im Gefahrenzonenplan für die Stadtgemeinde St. Veit aus dem Jahre 1995 wird das HQ₁₅₀ mit 54 m³/s (gerechnet nach WUNDT, modifiziert nach LÄNGER) und die Geschiebefracht beim Bemessungsereignis mit 10.000 m³ angegeben. Diesen Werten steht die Künette im Stadtgebiet mit einer Kapazität von ca. 20 m³/s gegenüber. Da im Stadtgebiet eine Vergrößerung der Künette und

damit eine Erhöhung der Transportkapazität aus Platzgründen ausgeschlossen ist, wurde die Möglichkeit einer Wasserretention untersucht.

Das Gesamteinzugsgebiet weist eine Größe von 20,4 km² auf, wobei das Teileinzugsgebiet EZ I (bis zum Becken) bei einer Größe von 10,9 km² einen Spitzenabflusswert von 37 m³/s, das Resteinzugsgebiet (EZ II, unterhalb des Beckens) bei einer Größe von 9,5 km² einen solchen von 25 m³/s aufweist.

Um das Rückhaltebecken dimensionieren und die Auswirkungen auf das Stadtgebiet berechnen zu können, wurden als erster Schritt Hochwasserwellen ermittelt. Dies geschah mit einem Niederschlags-Abflussmodell (HYREUN-Verfahren). Hierzu wurden zunächst die Niederschlagshöhen nach REINHOLD berechnet und die Abflussbeiwerte nach Erfahrungswerten bestimmt (0,21 – 0,26), wobei eine Bewaldung von 70% berücksichtigt wurde (KRATZER, 1999).

Es wurde nicht nur das Ereignis mit dem maximalen Spitzenabfluss ermittelt, sondern auch solche mit gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit, aber geringeren Spitzen und größeren Frachten, da diese für die Bemessung des erforderlichen Retentionsvolumens maßgeblich sind.

Die Wellen wurden für das Einzugsgebiet bachaufwärts des geplanten Rückhaltebeckens (EZ I = 10,87 km²) und das Einzugsgebiet bachabwärts (EZ II = 9,52 km²) ermittelt. Für das Ortsgebiet von St. Veit/Glan (EZ gesamt) ergaben sich folgende Werte:

Niederschlagsdauer	Niederschlagshöhe	Abflussmaxima
1 Std.	74 mm	53,3 m ³ /s
2 Std.	80 mm	44,6 m ³ /s
3 Std.	82 mm	29,8 m ³ /s

Dies ergibt auch eine gute Übereinstimmung mit den mit dem Wundt-Verfahren ermittelten Hydrodaten.

Die für Rückhaltebecken zugehörigen Hochwasserwellen wurden mit der Wundt-Formel überproportional hochgerechnet, d.h., der Abfluss aus dem Teileinzugsgebiet EZ I liegt bei einer bestimmten Eintrittswahrscheinlichkeit höher als bei Betrachtung des Gesamteinzugsgebietes:

$$HQ_{150,RHB} = 37 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (maßgebend für EZ I)}$$

$$HQ_{150,RHB} = 31 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (maßgebend für EZ I und EZ II)}$$

Die Daten für häufigere Hochwässer ergaben sich wie folgt:

$$HQ_{100,RHB} = 34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$HQ_{30,RHB} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$HQ_{10,RHB} = 13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Daten des Rückhaltebeckens Schaumboden – Obermühlbach

Durch das Retentionsbecken, das in einem breiten Talboden ca. 5 km oberhalb des Stadtgebietes von St. Veit/Glan, im Gemeindegebiet von Frauenstein geplant wurde, wurde ein Stauvolumen von ca. 150.000 m³ geschaffen (Retentionsfläche ca. 5 ha), als Absperrbauwerk wurde aus wirtschaftlichen, ökologischen und hydraulischen Gründen eine Kombination aus Betonsperre / Auslaufbauwerk und Homogendamm gewählt. Die Betonsperre beinhaltet alle hydraulischen Einrichtungen in Form eines Grundablasses mit Einlaufrechen und Hochwasserentlastung.

Das Auslaufbauwerk in Beton weist eine Höhe bis zur Abflusssektion von 9,5 m auf, Höhe der Krone 12 m, jeweils inkl. Fundament, die Gesamtbreite beträgt 42 m. Die mit 150 mal 40 cm (b mal h) dimensionierte Durchflussöffnung des Auslaufbauwerks reduziert den Spitzenabfluss dieses Teileinzugsgebietes von 37 m³/s auf 5 m³/s; dieser Abfluss ergibt zusammen mit dem Spitzenabfluss von EZ II insgesamt am Grabenausgang in



Abb. 1: Auslaufbauwerk während der Bauphase, der Wildholzrechen ist bereits eingebaut

Fig. 1: Flood-retarding dam during the construction phase with woody debris screen

St. Veit nur noch 30 m³/s. Dieser Wert liegt zwar noch deutlich über der maximalen Abfuhrkapazität des Tallaufgerinnes (20 m³/s), aber die Gefahrensituation wird doch wesentlich verbessert und es sollte zumindest bis zum HQ30 keine Ausuferungen mehr geben.



Abb. 2: Blick auf einen Teil des Dammes und das Auslaufbauwerk mit Rechen (Wasserseite). Der Homogendamm ist ca. 180 m lang und 9 m hoch. Für seine Errichtung wurden 30.000 m³ Erdmaterial (gesiebt) aus einer nahe gelegenen Abbaufläche verwendet.

Fig. 2: View of the dike and the concrete dam with woody debris screen.

Ökologische Aspekte

- Schaffung eines 600 lfm langen natürlich mäandrierenden Bachlaufes mit Bachaufweitungen, Seicht- und Tiefwasserzonen etc,
- keine Unterbrechung des Fließkontinuums, wie dies bei langen Grundablässen (z.B. Damm) normalerweise der Fall ist,
- die Einlauframpe in das Rückhaltebecken ist als Tümpelpass fischpassierbar ausgebildet,
- die Betonsichtflächen beschränken sich durch die Dammeinbindung auf ein Minimum.



Abb. 3: Um ein ökologisch ansprechendes Bild zu erhalten, wurde der ursprünglich gerade Bachlauf in die Tiefenlinie des zuvor ausgehobenen Rückhaltebeckens verlegt und mäandrierend ausgebildet. Für die Ausformung des Rückhaltebeckens wurden rund 100.000 m³ Erdmaterial bewegt.

Fig. 3: Meanders and pools are new ecological elements of the flood-retarding basin

Abdichtungs- und Gründungsmaßnahmen

Seit Inkrafttreten der Neuen Technischen Richtlinien für die Wildbach- und Lawinenverbauung ist für „Wasserrückhalteanlagen mit hohem Standsicherheits- und Betriebsrisiko“ sowie für „Damm- und Bauwerke in geologisch oder geotechnisch problematischen Gebieten“ die Ausarbeitung eines Vorprojekts vorgesehen.

Da sich aus den vertieften Grundlagenuntersuchungen anlässlich von Vorprojekten oftmals die Notwendigkeit spezieller Abdichtungs- und Gründungsmaßnahmen ergibt, gewinnen derartige, im Bereich des Spezialtiefbaues angesiedelte Verfahren zunehmend an Bedeutung.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des Hochwasserschutzprojekts Untersuchungen in Art und Ausmaß, wie sie heute gängiger Standard sind, nicht üblich waren, beschränkten sich die von der Abteilung für Geologie des Amtes der Kärntner Landesregierung vorgenommenen Untersuchungen auf den Oberboden-nahen Bereich (5 m) – Sondierungen wurden nur in geringer Anzahl, tiefer gehende Aufschlüsse durch Bohrungen überhaupt nicht vorgenommen, da es keine Hinweise auf eine Verschlechterung des darunter liegenden Untergrundes gab.

Nach Fertigstellung der Rückhalteanlage im Jahre 2001 wurden im März 2003 Risse im Betonkörper des Absperrbauwerkes festgestellt. Daraufhin wurden umfangreiche Untergrunderkundungen (Ramm- und Nutsondierungen, Bohrungen im Damm sowie im Untergrund und Schürfe am Dammfuß) durchgeführt, die zeigten, dass eine Suffosion bzw. ein hydraulischer Grundbruch ohne entsprechende Maßnahmen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Ein derartiges Ereignis könnte im Extremfall einen Dammbbruch nach sich ziehen. Die Folgen eines solchen Ereignisses wären verheerend und wesentlich schlimmer, als wenn überhaupt kein Rückhaltebecken vorhanden wäre.

Auf Grundlage der durchgeführten, geotechnischen Untersuchungen (siehe ANGERER, HOFMANN 2009) wurden seitens eines von der Gebietsbauleitung beauftragten Ingenieurbüros



Abb. 4: Der gesamte Dammkörper wurde wasserseitig mit einer Dichtfolie überzogen, die einzelnen Dichtbahnen wurden miteinander verschweißt. Am unteren Ende ist der Schmalwandkopf, auf dem die Folie mittels Nirostaschienen befestigt wurde, erkennbar.

Fig. 4: The homogenous earth dam has been complemented by a watertight interlayer.

zusätzliche Abdichtungs- und Gründungsmaßnahmen projektiert:

- Unterfangung des Sperrbauwerkes mithilfe des sogenannten Düsenstrahlverfahrens (Herstellung eines verfestigten Bereiches unter dem Sperrbauwerk), wirkt gleichzeitig als Abdichtung,
- Errichtung einer Schmalwand entlang des wasserseitigen Dammfußes in Kombination mit einer wasserseitigen Dammbdichtung mittels Folie (Anm.: Eine Damminnenabdichtung mittels Schmalwand wäre aufgrund der sehr dichten Lagerung des Dammmaterials mit Korndurchmessern des Schüttmaterials > 200mm nur mit erhöhtem wirtschaftlichen Aufwand (Auflockerungsbohrungen) möglich gewesen.),
- Aufbetonieren eines sog. Schmalwandkopfes auf die Schmalwand, auf dem die Oberflächenabdichtung (HDPE-Folie) mittels Nirostaschienen befestigt wird.

Die Abdichtungs- und Gründungsmaßnahmen wurden in den Jahren 2006 und 2007 ausgeführt, die lt. Ausschreibung veranschlagten Baukosten von insgesamt € 960.000,- (in den o.a. Gesamtbaukosten bereits enthalten) konnten eingehalten bzw. sogar unterschritten werden.

Allgemeines zu diesen im Bereich Spezialtiefbau angesiedelten Verfahren wird in einem gesonderten Artikel von Irrgeher in diesem Heft beschrieben, hier soll auf die Erfahrungen mit Abdichtungs- und Gründungsmaßnahmen (Schmalwand, DSV) näher eingegangen werden.

Laufende Kontrollen

Grundsätzlich ist festzustellen, dass im Zuge der Ausführung von derartigen Maßnahmen ständige begleitende Kontrollen unabdingbar sind. So sind neben dem obligatorischen Bautagebuch mit genauer und lückenloser Aufzeichnung aller Beson-

derheiten, Vorkommnisse und des Baufortschrittes auch Herstellprotokolle auszufüllen, aus denen hervorgeht, an welchem Tag welches Gewerk und mit welcher Tiefe dieses hergestellt wurde und – dies ist ganz besonders wichtig – wann Probeentnahmen von der Suspension (Schmalwand) bzw. des Rücklaufs (DSV) erfolgt sind.

Eine enge und intensive Zusammenarbeit mit und eine laufende Kontrolle durch die Gebietsbauleitung ist daher sehr wichtig, zumal eine nachträgliche Kontrolle einer Untergrundabdichtung naturgemäß nicht oder nur sehr schwer möglich ist (stichprobenartige Sichtprüfungen nach Fertigstellung und Freilegung der Untergrundabdichtung lediglich bis in eine Tiefe von 2 bis max. 3 m).

Trotz aller Kontrollen ist im Zuge der Herstellung der Schmalwand ein massives Problem aufgetreten, da die gesamte Schmalwandmasse nicht ausgehärtet ist und die Dichtwand daher unbrauchbar war. Die Folge war zunächst eine Ursachenforschung, vor allem dahingehend, wer für den entstandenen Schaden bzw. die Sanierungskosten aufkommen muss. Hierfür kamen zunächst in Frage:

- der Hersteller der Suspension,
- die ausführende Firma (Auftragnehmer),
- der Auftraggeber.

Baugrundrisiko

Wie kann es dazu kommen, dass der Auftraggeber für einen derartigen Schaden aufkommen muss?

Die Antwort liegt im sogenannten „Baugrundrisiko“. Grundsätzlich spricht man von Baugrundrisiko, wenn sich die Untergrundverhältnisse anders erweisen als angenommen, wodurch für den Auftragnehmer unvorhersehbare Erschwernisse auftreten. Bei Bauvorhaben kann ein bei Auftragserteilung unbekannter Baugrund zu Mängeln oder Teuerungen des Bauvorhabens führen.

Das Baugrundrisiko trägt nach dem Gesetz grundsätzlich der Auftraggeber. Der Auftragnehmer ist zwar verpflichtet, ein Bauwerk mängelfrei herzustellen, allerdings ist der normalerweise vom Bauherrn beigestellte Baugrund Voraussetzung für die Herstellung des Bauwerks, d.h., rechtlich betrachtet ist der Baugrund ein Werkstoff, den der Auftraggeber dem Auftragnehmer zur Verfügung stellt. Auch im Falle einer Fixpreisvereinbarung sind Teuerungen des Bauvorhabens aufgrund des Baugrundes vom Auftraggeber zu übernehmen. Das Risiko, ob ein Baugrund für die Errichtung eines Bauwerks geeignet ist, fällt somit grundsätzlich in die Verantwortung des Auftraggebers. Den Auftragnehmer trifft hier lediglich eine Warnpflicht, wenn die Untauglichkeit eines Baugrundes für das beauftragte Bauwerk offensichtlich erkennbar ist oder erkennbar sein müsste (HAUSWIRTH, 2005).

Exkurs: Das Baugrundrisiko trifft übrigens auch im Falle des Vorhandenseins von Fliegerbomben (Blindgängern) zu, was gerade bei Bohr- und Rammarbeiten mit großen Gefahren und Risiken verbunden ist. Aus gegebenem Anlass sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass z.B. bei Bohrarbeiten für Steinschlagschutzbauten, vor allem beispielsweise im Nahbereich von Bahnanlagen, größte Vorsicht geboten ist (ggf. Einsicht in den Bombenkataster nehmen)!

Beim Obermühlbach wurde im Zuge von Untersuchungen (Schürfungen) durch ein vom Suspensionshersteller beauftragtes Büro festgestellt, dass der Boden einen jaucheähnlichen Geruch (landwirtschaftlich genutzte Flächen) aufweise. Zudem wurde behauptet, dass der Boden Spuren von Torf enthalte. Es wurde also versucht, aus dem Bodenchemismus heraus ein Baugrundrisiko abzuleiten, was für die WLW als Auftraggeber (Vergabe) eine erhebliche Kostenerhöhung bedeutet hätte.

Schlussendlich konnte mithilfe der von der Gebietsbauleitung zu Rate gezogenen Experten (Chemiker, Bodenmechaniker, Geologe) nachgewiesen werden, dass die Untergrundverhältnisse nicht die Ursache für den erlittenen Schaden sind und somit die WLW für den aufgetretenen Schadensfall aufgrund der, das Baugrundrisiko betreffenden, Rechtslage nicht verantwortlich gemacht werden kann.

Deep Soil Mixing (DSM)

Nach einigen Besprechungen wurde seitens des Auftragnehmers ein Sanierungsvorschlag unterbreitet, der vorsah, die bestehende, jedoch funktionsuntüchtige Schmalwand auf Kosten des Auftragnehmers durch eine im „Deep-Soil-Mixing-Verfahren (DSM)“ hergestellte Dichtwand zu ersetzen.



Abb. 5: Beim „deep soil mixing“ wird über ein rotierendes Paddel der Boden mit einer Zementsuspension vermischt.

Fig. 5: Deep-soil-mixing method

Schmalwand, Optimierung

Die Schmalwand entsteht durch das Einbringen von Suspension bei gleichzeitigem Herausziehen eines zuvor in den Untergrund eingerüttelten I-Trägers. Sie ist die wirtschaftlichste vertikale Ab-

dichtungsmethode im Wasserbau und Grundbau; sie kann bis zu einer Tiefe von ca. 25 m hergestellt werden (KLEIST et al, 1999).



Abb. 6: Herstellung der Schmalwand: Der I-Träger, an dessen unterem Ende sich eine Düse befindet, wird mittels Rüttelbohle in den Boden getrieben.

Fig. 6: The diaphragm wall was formed by ramming steel panels into the soil. The hollow cavity created when extracting the profiles is filled under pressure with a special cement suspension.

Selbst bei optimaler Bauausführung können jedoch bei Schmalwänden systembedingte Fehlstellen (z.B. Verdrückungen der Suspension im Schmalwandschlitz) auftreten. Unterhalb der Verdrückungszonen ist dann der Nachlauf von Suspensionen in tiefer liegende, oft wesentlich durchlässigere, Bodenschichten unterbrochen.

Aus Ergebnissen einer Studie und Betrachtungen zum Liquefaktionsverhalten (Bodenverflüssigung) von Sanden wird aufgezeigt, welche Herstellungskriterien optimiert werden können, um die Fehlstellenfläche bei Schmalwänden auf ein technisch mögliches Minimum zu

beschränken. Mithilfe statistisch aufbereiteter Eingangsdaten zur geologischen Situation kann der Effekt von Suspensionsdichteänderungen auf die Fehlstellenbildung vorhergesagt werden. Zudem wurden die geologisch begründeten Anwendungsgrenzen der Schmalwand festgelegt, ab denen der Einsatz einer Schmalwand nicht mehr sinnvoll ist.

Aufgrund der Erkenntnisse zur Fehlstellenbildung ist es möglich, die Durchsickerung durch die Schmalwandebene vorherzusagen. Es steht nunmehr ein einfaches Verfahren zur Verfügung, das es erlaubt, die Gesamtdurchsickerung durch eine Schmalwand zu prognostizieren. Damit lässt sich die minimal erreichbare Systemdurchlässigkeit der Schmalwand, aufbauend auf den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung, angeben. (KLEIST, 1999)

Vollständigkeitshalber darf nicht unerwähnt bleiben, dass Probleme, insbesondere Aushärtungsprobleme, durchaus nicht bloß auf Schmalwände beschränkt sind, sondern mitunter auch bei anderen Abdicht- und Gründungsmethoden auftreten können, was einmal mehr die Wichtigkeit von ständigen Begleit- und Überwachungskontrollen und -untersuchungen unterstreicht.

Rückhalteschütz am Auslaufbauwerk

Der Grundablass durch das Auslaufbauwerk weist an der Luftseite ein bewegliches bzw. hydraulisch steuerbares Rückhalteschütz auf. Luftseitig deshalb, da wasserseitig die Zugänglichkeit zum Schütz im Falle einer Verklausung des Rechens mit Wildholz und/oder Verlegung mit Geschiebe nicht ausreichend gegeben gewesen wäre.

Das Rückhalteschütz bleibt auf die berechnete Durchflussöffnung (150 mal 40 cm) fix eingestellt und soll nur im Bedarfsfalle betätigt werden, beispielsweise um Wartungs- oder Räumungsarbeiten durchführen zu können.



Abb. 7: Das hydraulisch verstellbare Schütz ist so eingestellt, dass beim Bemessungsereignis eine Reduktion der Hochwasserspitze von 37 m³/s auf 5 m³/s erfolgt.

Fig. 7: The hydraulic moveable sluice panel is fixed in such a way that the design flood can be reduced from 37 to 5 m³/sec.

Der hydraulische Antrieb befindet sich in einem versperrbaren Metallgehäuse, das an der Luftseite der Sperre befestigt ist und das nur vom Rückhaltebeckenverantwortlichen, Beckenwärter sowie der Gebietsbauleitung geöffnet werden kann. Die Betätigung der Hydraulik kann entweder mittels einer im Gehäuse untergebrachter Hebelstange oder mittels eines Elektromotors (in diesem Fall ist ein Aggregat erforderlich) vorgenommen werden.



Abb. 8: Schaltkasten mit Hydraulik

Fig. 8: Hydraulic power unit for operating the scour sluice

Hochwasserereignisse während der Bauzeit

Schon während der Bauzeit kam es am Obermühlbach zu mehreren Hochwasserereignissen. Obwohl die Wasserretentionsanlage noch nicht in Betrieb war (Schütz war noch nicht eingebaut), kam es bereits zu einem beträchtlichen Wasserstau und zur Abflachung der Hochwasserspitze.

Zudem konnten mit den bereits fertiggestellten Geschiebestausperren Vermurungen (7.000 m³) im oberen Stadtbereich von St. Veit verhindert werden.

Beckenbuch – „Kärntner Standard“

Für das Bundesland Kärnten wurde in einer eigenen Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern der Sektion Kärnten und des Amtes der Kärntner Landesregierung, ein „Kärntner Standard“ für den Betrieb, die Instandhaltung und Wartung von Hochwasserretentionsanlagen entwickelt. Dazu wurden die bereits bestehenden Richtlinien für Beckenbücher beider Dienststellen (WLV und Flussbau) zusammengeführt und in vereinfachter und übersichtlicher Art und Weise dargestellt.

Das Beckenbuch für das Hochwasserrückhaltebecken am Obermühlbach wird derzeit gerade vom Beckenverantwortlichen gemäß den Richtlinien nach dem „Kärntner Standard“ überarbeitet.



Abb. 9: Eine von drei bereits beaufschlagten Geschieberückhalte-sperren

Fig. 9: One of three sediment and wooden debris control dams

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl.-Ing. Peter Maurer
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinerverbauung
Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten
Meister Friedrich Straße 2, 9500 Villach

Dr. Hansjörg Hufnagl
Forsttechnischer Dienst für
Wildbach- und Lawinerverbauung
Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten
Meister Friedrich Straße 2, 9500 Villach

Literatur / References:

HAUSWIRTH, P (2005)
Österreichische Bauwirtschaft, Heft 05/2005, veröffentlicht auf www.die-wirtschaft.at

KLEIST, F., (1999)
Die Systemdurchlässigkeit von Schmalwänden. Ein Beitrag zur Herstellung von Schmalwänden und zur Prognose der Systemdurchlässigkeit. München: Selbstverlag, 1999, 160 + 54 S., zahlr. graph. Darst. (Berichte des Lehrstuhls u. der Versuchsanstalt Oberrach für Wasserbau und Wasserwirtschaft d. Techn. Univ. München, hrsg. v. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Theodor Strobl; Bd. 87 : Diss.).

KRATZER, K (1999)
Technischer Detailbericht zum Verbauprojekt 2000 – Obermühlbach der Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten, 9500 Villach

ARBEITSGRUPPE HW-RHB (2009)
Beckenbuch für den Betrieb, die Instandhaltung und Wartung von Hochwasserrückhaltebecken – „Kärntner Standard“, Version Nov. 2009, Teilnehmer der AG: Sereinig, Schober, Zdobc (Abt. 18, Amt der Kärntner Landesregierung), Hufnagl (Leiter), Hehn, Botthof, Maurer (Forsttechn. Dienst für WLV, Sektion Kärnten)

JOHANN ANGERER, ROBERT HOFMANN

Geotechnische Problemstellungen bei Hochwasserschutzdämmen am Beispiel Obermühlbach

Geotechnical issues related to flood embankment dams

Zusammenfassung:

Bei Hochwasserschutzdämmen wird im Einstaufall das Korngerüst des Untergrundes und der Dammschüttung mit einem hohen hydraulischen Gradienten belastet. Bei Überschreiten des kritischen hydraulischen Gefälles (i_{krit}) kann es zum Transport von Bodenmaterial kommen. Ausspülungen reduzieren zwangsläufig die Standsicherheit des Dammes, was zu progressiven, zunächst örtlichen Damnbrüchen führen kann. Das Entstehen derartiger Quelltrichter muss vor allem bei Dämmen mit kurzen Anlaufzeiten, raschem Anstieg des Wasserspiegels und gleichzeitig großen Stauhöhen mit Hilfe von geotechnischen Baumaßnahmen unterbunden werden.

Im Eurocode EN 1997-1 (2009) werden Teilsicherheitsbeiwerte lediglich für den hydraulischen Grundbruch angegeben. Hydraulischer Grundbruch und Erosion bilden jedoch völlig unterschiedliche mechanische Erscheinungsformen. Die EN 1997-1 ist somit ohne nationale Anwendungsdokumente für den Nachweis der Sicherheit gegenüber hydraulisch verursachtem Versagen für die Praxis ungeeignet. Zudem werden nach Ansicht der Autoren auch die Versagensformen nicht ausreichend klar getrennt und beschrieben.

Die Sicherheit gegenüber Erosion nimmt mit der Verdichtung der Dammschüttung und des Untergrundes stark zu. Geringste Erosionsfestigkeit haben gering verdichtete, gleichkörnige Fein- bis Mittelsande (SE, SW und SI) und Sand-Schluff-Gemische (SU) mit einem Plastizitätsindex von $I_p \leq 7$ %. Eine höhere Sicherheit gegenüber Versagen durch Erosion weisen gut verdichtete, leicht plastische bis ausgeprägt plastische Tone (TL, TM und TA) mit einem Plastizitätsindex von $I_p > 15$ % auf.

Die Dichtwände sollen vielmehr als „unvollkommene Tauchwände“ konzipiert werden und wo möglich, die Grundwasserströmung nicht unterbinden. Bei Hochwasserschutzdämmen in engen Tälern haben sich je nach Untergrundeigenschaften verschiedenste Bauverfahren zur Abdichtung bewährt: Schmalwände, Spundwände, Einphasen-Schlitzwände, Betonkernwände, MIP-Wände (Mixed-in-Place-Wände) und Lamellenwände (Düsenstrahlverfahren).

Summary:

To reduce risks to settlements and infrastructure from caused by floods, a large number of dams with flood retention basins for torrents have been planned in recent years where hydrological and morphological as well as geological conditions have allowed it; the water level being at about 10 to 20 metres in most cases. It was often necessary to build these structures on recent alluvial deposits. The soils in question are exceedingly heterogeneous. In most cases they are loosely arranged or soft and pasty down to relatively great depths. Also, from the time when financial resources are made available by the federal and provincial governments and by interested parties, deadlines for the completion of protective measures are exceedingly tight. Some of those dams were equipped with geotechnical measurement systems with automatic data registration as far as 25 metres below the road-contact area, depending upon the water level.

Geotechnical problems include seeping processes, erosion resistance, soil pressure, (pore) water pressure, slope stability, etc. These problems will be illustrated below in a torrent flood control project.

1. Einleitung

Zur Risikominderung gegenüber schadbringenden Hochwässern an Siedlungen und Infrastrukturen wurden, sofern sowohl hydrologische, morphologische als auch geologische Rahmenbedingungen dies ermöglichten, in den letzten Jahren eine Vielzahl von Schutzdämmen für Hochwasser-Rückhaltebecken bei Wildbächen projektiert, und zwar zumeist mit Stauhöhen zwischen 10 und 20 m. Die Herstellung der Bauwerke hatte vielfach auf jungen Alluvionen zu erfolgen. Diese Böden sind außerordentlich heterogen und überwiegend bis in relativ große Tiefen locker gelagert oder breiig

und weich. Gleichzeitig entsteht zwangsläufig ab dem Zeitpunkt der Bereitstellung der finanziellen Mittel durch Bund, Land und Interessenten ein außerordentlicher Termindruck für die Fertigstellung der Schutzmaßnahmen. Einige dieser Dämme wurden mit geotechnischen Messsystemen mit automatischer Datenerfassung in Abhängigkeit von der Stauhöhe bis 25 m unter die Dammaufstandsfläche ausgerüstet.

Geotechnische Probleme umfassen Sickervorgänge, Erosionsstabilität, Erddrücke, (Poren-) Wasserdrücke, Böschungsstabilität etc. Diese werden im folgenden Hochwasserschutzprojekt bei einem Wildbach aufgezeigt.

2. Sicherheit gegenüber Erosion

2.1. Allgemeines

Die EN 1997-1 („Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln „Bemessung“) gibt im Kapitel 10 „Hydraulisch verursachtes Versagen“ folgende Bodenversagensformen durch Sickerströmung an:

- Versagen durch Auftrieb,
- hydraulischer Grundbruch,
- Versagen durch innere Erosion,
- Versagen durch Piping.

Weiters wird im Kap. 10.1 angeführt: „In Fällen, in denen der Porenwasserdruck hydrostatisch ist (vernachlässigbarer hydraulischer Gradient), braucht nur der Auftrieb untersucht werden.“ Für den Nachweis der inneren Erosion nach Kap. 10.4 müssen nur Filterkriterien angewendet werden. Eine konkrete Angabe von geeigneten Filterkriterien fehlt jedoch.



Abb. 1: Erosionsschaden bei einem Hochwasserschutzdamm mit geringer Stauhöhe

Fig. 1: Erosion damages on a flood control dam with low storage level

2.2. Erfahrungen bei Schutzdämmen für Wildbäche

Beim Abfluss über das bewaldete Vorland der Wildbäche werden oft große Mengen von Wildholz mittransportiert, die eine Verklausung des Auslaufbauwerkes verursachen und ungewollten Einstau verursachen können. Dementsprechend sind Einrichtungen zu schaffen, die die eigentliche Ausflussöffnung nicht nur im Hochwasserfall freihalten.

Im Hochwasserfall wird bei einem hohen hydraulischen Gradienten das Korngerüst im Untergrund und in der Dammschüttung belastet. Beim Überschreiten des kritischen hydraulischen Gefälles (i_{krit}) kann es zum Transport von Bodenmaterial kommen.

Ausspülen führt zu einer Reduktion der Standsicherheit des Dammes und im Extremfall zunächst zu einem örtlichen, dann progressiv fortschreitenden Dammbbruch (Abb.1). Das Entstehen eines Quelltrichters (Qualmwasseraustritt

mit Feinstofftransport) muss auch bei Dämmen mit raschen/ kurzen Einstauzeiten (im Einstaufall nicht kontrollierbar) mittels geotechnischer Baumaßnahmen unterbunden werden.

Vom strömenden Sickerwasser werden Druck-Schubspannungen auf das Korngerüst übertragen. Diese Spannungen und die daraus resultierenden Strömungskräfte F_s (kN) bzw. $f_s = i \cdot \gamma_w$ (kN/m³) sind umso größer, je höher das

hydraulische Gefälle ist. Diese Kräfte führen zum Lösen von Körnern aus dem Korngerüst vor allem im Bereich der luftseitigen Quellen. Infolge der sukzessive abnehmenden Scherfestigkeit verliert das Korngerüst seine Bindung. Diese Wirkung auf das Korngerüst kann über die bekannten Gesetze der Hydro- und Bodenmechanik mathematisch beschrieben werden.

Im Wesentlichen bestehen folgende Möglichkeiten für das Entstehen von Erosionskanälen durch hydromechanische Beanspruchungen im Untergrund:

1) „Hydraulischer Grundbruch“

Erosionsgrundbruch („hydraulischer Grundbruch“) führt zu einer Auflockerung des luftseitigen Dammfußbereiches, wobei es zu einer lokalen Konzentration der Strömungslinien kommt, die steil nach oben gerichtet sind. Diese Volumskräfte können in schmalen Dichtungszonen von Dämmen ein Vielfaches der Eigengewichtskräfte erreichen. Als Kriterium für die globale Sicherheit

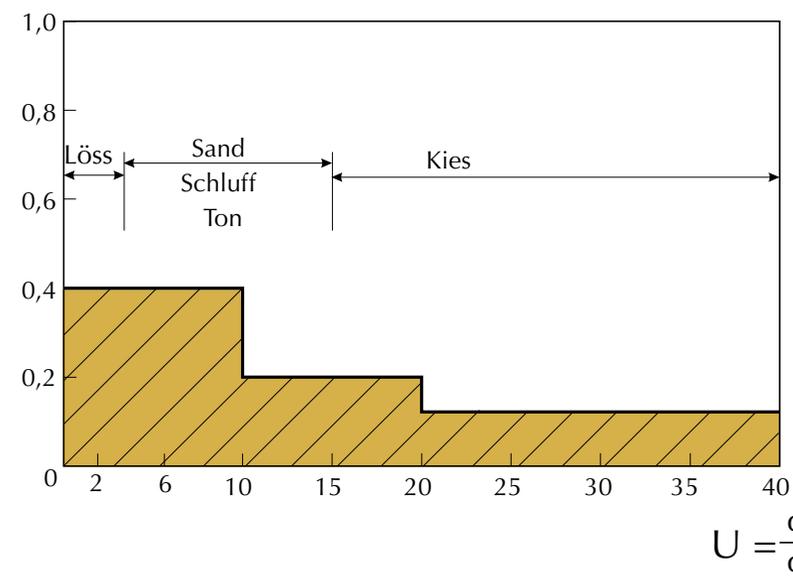


Abb. 2: Beurteilung von Suffusionsgefahr in rolligen Böden nach ISTOMINA (1957)

Fig. 2: Evaluation of suffusion danger in friable ground according to ISTOMINA (1957)

heitsdefinition sind bei Baugrubensicherungen $\eta = i_{krit} / i_{vorh}$ mit $i_{krit} = \gamma' / \gamma_w$ und globalen Sicherheiten von $\eta \geq 1,5 - 2,0$ für nicht bindige Böden bzw. $\eta \geq 2,0 - 3,0$ für bindige Böden gebräuchlich.

2) Örtlich begrenzte Bodenzonen mit erhöhter Durchlässigkeit, bedingt durch „**Störungszonen**“, **Schichtung der Alluvionen sowie bereits vorhandene Erosionskanäle** im Untergrund.

Hierzu gehören auch Einwirkungen von Nagetieren (Gänge).

3) Suffosionserscheinungen

Bewegungen von Feinkornanteilen in den Poren eines grobkörnigeren Bodenskeletts führen letztlich zum Ausspülen von Feinteilen. Bei einem raschen Wechsel von gleichkörnigen Sanden und stark durchlässigen Kiesschichten unter eine Schicht geringer Durchlässigkeit kann es bereits bei einem hydraulischen Gradienten von $i < 0,08$ zur Erosionskanalbildung kommen. Sogar bei gut abgestuften Kies-Sandgemischen traten schon bei einem $i \approx 0,1$ Erosionserscheinungen auf. Dem-

gegenüber kommt es bei Böden mit einem Plastizitätsindex von $I_p > 15$ % i. Allg. zu keiner Suffosion. ISTOMINA hat bereits 1957 Kriterien zur Beurteilung von Suffosionsgefahr in rolligen Böden angegeben (Tabelle 1 und Abbildung 2).

4) Kontakterosion

bei zwei unterschiedlichen Körnungsbe-reichen mit rückschreitender Erosion (Gefahr kann auch über Filterkriterien abgeschätzt werden).

Ungleichförmigkeitsgrad des Bodens U	$i_{krit} (-)$
$U = d_{60} / d_{10} (-)$	
< 10	0,3 – 0,4
10 - 20	0,2
> 20	0,1

Tab. 1: Kriterien zur Beurteilung von Suffusionsgefahr in rolligen Böden nach ISTOMINA

Tab. 1: Criteria for evaluating suffusion dangers in friable ground according to ISTOMINA

Ein bekanntes Filterkriterium lautet z.B. $F_{15}/B_{85} < 4$ sowie $F_{15}/B_{15} > 4$ und zusätzlich $F_{60}/F_{10} < 2$, wobei B = Boden, F = Filter. Es basiert auf dem klassischen Filterkriterium von K. TERZAGHI, das allerdings nur begrenzte Gültigkeit aufweist. Ergänzend dazu sei das von der ICOLD („International Commission on Large Dams“) empfohlene Filterkriterium nach SHERARD erwähnt.

i_{krit}

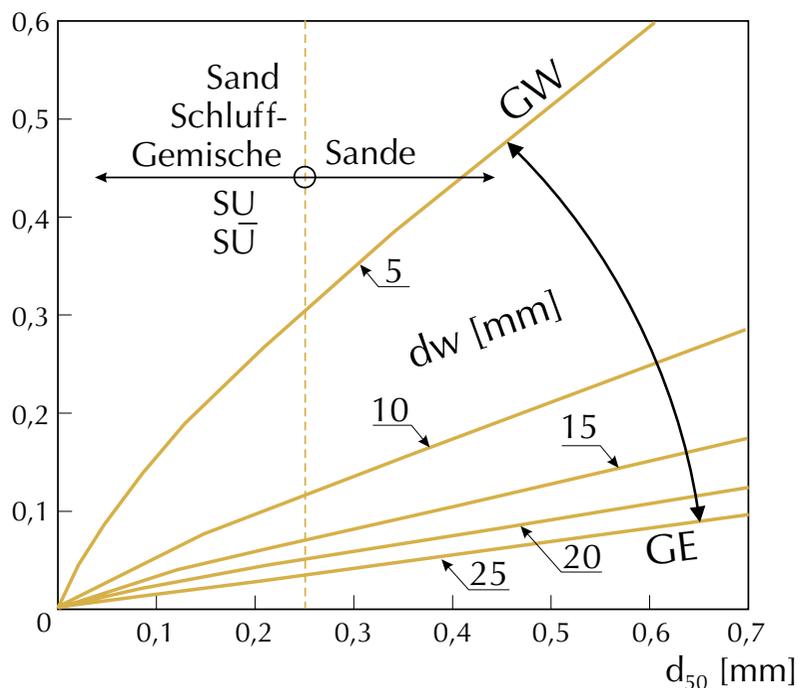


Abb. 3: Kontakterosionskriterium für geschichteten Boden (BRAUNS, 1985)

Fig. 3: Contact erosion criteria for layered soil (BRAUNS, 1985)

Beim Einbau und der Verdichtung des Schüttmaterials bzw. der Dammaufstandsfläche kann es zu einer Kornzertrümmerung kommen. Dies ist bei der Anwendung der Filterkriterien zu berücksichtigen: Die zu erwartende Kornzertrümmerung bzw. Feinkornanreicherung lässt sich mit dem modifizierten Proctorversuch hinreichend genau abschätzen (BRANDL, 1995).

In fluviatilen Sedimenten ist i. Allg. mit einer örtlich stark ausgeprägten Schichtung und unterschiedlicher Wasserdurchlässigkeit (vor allem zwischen k_v und k_h) zu rechnen. Daher können noch so aufwendige Baugrunderkundungen die räumliche Struktur nur sehr schwer ausreichend beschreiben. Außerdem ist die Ermittlung von wirklichkeitsnahen hydraulischen Eigenschaften von Kies-Sandablagerungen und Kies-Schluff-Gemischen im Zuge von Aufschlussbohrungen unterhalb des Grundwasserspiegels (Begleitwasser-

strom des Wildbaches) nicht möglich. Ein hydraulisches Kriterium für Kontakterosion bei horizontaler Durchströmung entlang einer Schichtgrenze gibt BRAUNS (1985) an. Abbildung 3 zeigt eine Zusammenfassung eines Kontakterosionskriteriums für geschichteten Boden.

In EN 1997-1 sind nur die Mechanismen 1) und 4) erwähnt. Bei 2) bis 4) kommt es jedoch zum Fortspülen von Partikeln im Zusammenhang mit strömendem Porenwasser. Dabei werden die Rei-

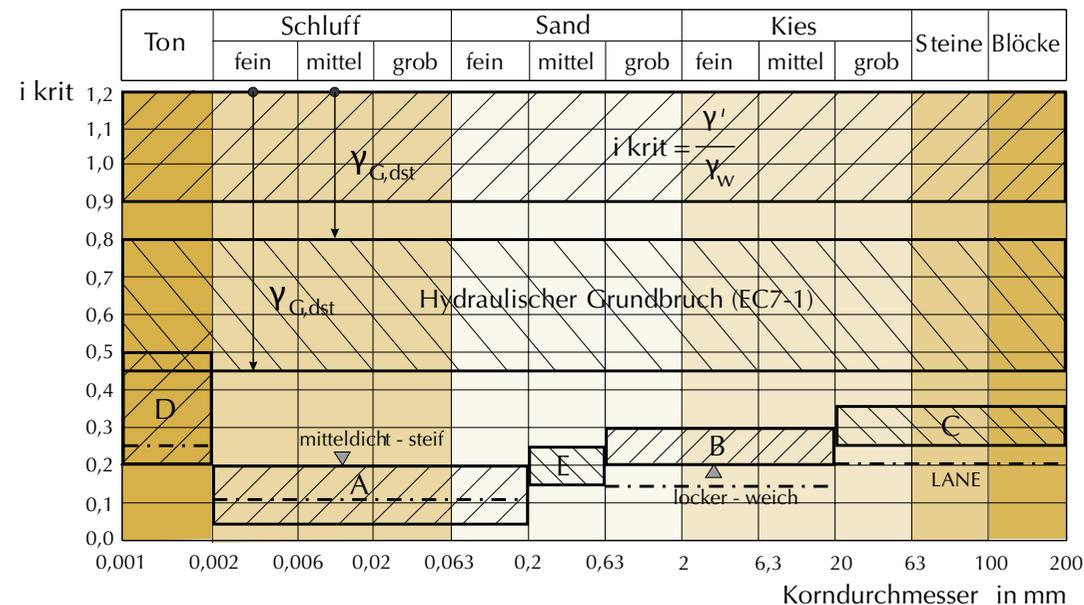


Abb. 4: Zusammenfassung des kritischen hydraulischen Gefälles für Erosion

Fig. 4: Summarization of the critical hydraulic grade for erosion

bungswiderstände der Partikel im losen Korngerüst überwunden.

Ein Verfahren zur Beurteilung der Erosionssicherheit von Wehren stellt das bereits 1965 veröffentlichte Verfahren nach TSHUGAJEV dar. Dieses gibt kritische hydraulische Gradienten für verschiedene Bodenarten an. Die Gradienten gelten jedoch nur unter der Voraussetzung eines homogenen, isotropen Bodens und einer ausschließlich „horizontalen“ Durchströmung sowie für Stauanlagen mit überwiegend horizontalen Dichtungselementen. Außerdem enthält dieses Verfahren keine Sicherheitsdefinition. Diese Randbedingungen führen zu einer nur sehr eingeschränkten Anwendungsmöglichkeit für Hochwasserschutzdämme bei Wildbächen.

Abbildung 4 liefert eine Zusammenfassung des kritischen hydraulischen Gefälles (Austrittsgefälle) für Erosion auf der Basis von Beobachtungen und geotechnischen Messungen, aus der Literatur und nach Erfahrungen bei Dammbauwerken; zum Vergleich sind auch die Bereiche

nach EN 1997-1 (HYD) eingetragen.

Das bislang gebräuchliche Verfahren nach LANE (1932) hat sich für die Dimensionierung von Hochwasserschutzdämmen als wenig geeignet erwiesen. Es berücksichtigt nur die rückschreitende Erosion in einem Untergrund, dessen Wasserdurchlässigkeit in horizontaler Richtung drei Mal höher als in vertikaler Richtung angenommen wird.

Eine gewisse Verbesserung lässt sich durch eine Berücksichtigung von k_v und k_h erzielen:

$$h_{krit} = (k_v / k_h \times B + \Sigma t) / C_w \quad \text{BRANDL (1980)}$$

h_{krit} = kritische Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser

B = horizontaler Sickerweg

Σt = Summer aller vertikalen Sickerwege (z.B. entlang zweier Dichtwände)

k_h, k_v = Durchlässigkeitsbeiwerte in horizontaler bzw. vertikaler Richtung

C_w = Lane'scher Modul

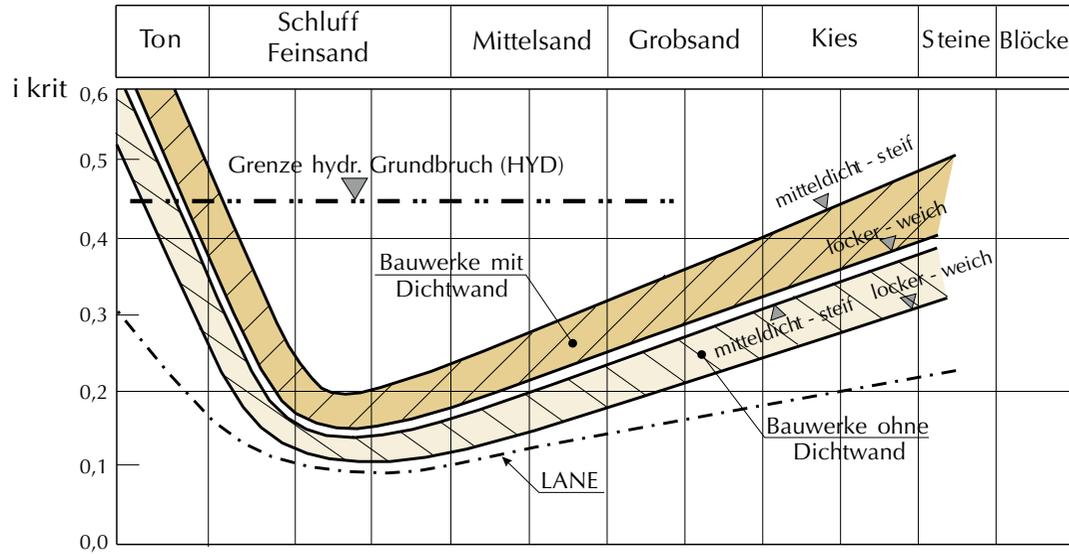


Abb. 5: Kritische hydraulische Gradienten i_{krit} (BRAUNS, 1985; HOFMANN/ANGERER, 2004; Lane, 1932; TSCHUGAJEW, 1965; ISTOMINA, 1957)

Fig. 5: Critical hydraulic gradients i_{krit} (BRAUNS, 1985; HOFMANN/ANGERER, 2004; Lane, 1932; TSCHUGAJEW, 1965; ISTOMINA, 1957)

Weitere Schwächen des Lane'schen Verfahrens beziehen sich auf folgende Kritikpunkte: Die Lage der Dichtungselemente geht nur ungenügend in die Abschätzung der Erosionssicherheit ein. Weiters bleiben der Aufbau (insbesondere Schichtungen) des Untergrundes, die unterschiedlichen Durchlässigkeiten der Bodenschichten, die Strömungsverhältnisse, der Flächenfilter und die Dränagen etc. unberücksichtigt. Dies bedeutet, dass für eine aussagekräftige Anwendung der Lane'schen Methode weitgehend homogene Böden zwingend notwendig wären. Gerade bei Hochwasserschutzdämmen für Wildbäche sind aber vielfach geschichtete Untergrundverhältnisse, bedingt durch

die jungen fluviatilen Ablagerungsprozesse, zu erwarten. Die Alluvionen weisen oft schon in Dezimeterabständen größere Durchlässigkeitsunterschiede zwischen den schluffigen Sanden und den Sanden auf. Daher reduziert sich die Anwendung des Verfahrens nach LANE auf solche Bauwerke, welche die Grundlage dieses Näherungsverfahrens bildeten, nämlich auf Wehre.

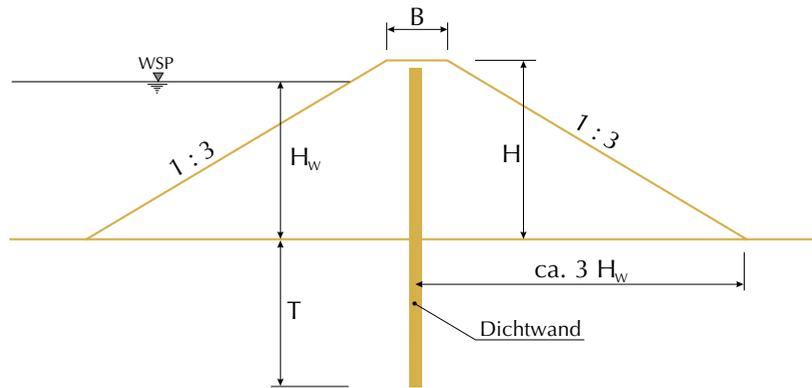


Abb. 6: Typischer Hochwasserschutzdamm bei Wildbächen (HOFMANN/ ANGERER, 2004)

Fig. 6: Typical flood control dam for mountain streams (HOFMANN/ ANGERER, 2004)

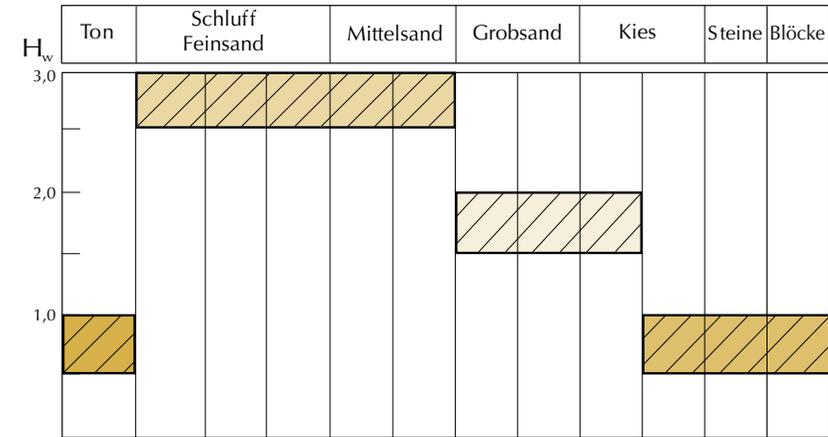


Abb. 7: Erforderliche Tiefe (unter Gelände) einer zentralen Dichtwand für einen homogenen Boden mit „nur“ horizontaler Durchströmung (LANE, 1932; TSCHUGAJEW, 1965)

Fig. 7: Required depth (below ground level) of a central sealing wall for homogeneous ground with "only" horizontal percolation (LANE, 1932; TSCHUGAJEW, 1965)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die alleinige Abschätzung der Sicherheit gegenüber rück-schreitender Erosion nach LANE einerseits zu einer Überdimensionierung der Dichtungselemente und andererseits zu Fehleinschätzungen der vorhandenen Sicherheit (in beide Richtungen) führen kann.

In Abb. 5 sind kritische hydraulische Gradienten i_{krit} nach der Originalversion des Lane'schen Verfahrens für einen typischen Hochwasserschutzdamm bei Wildbächen (Abb. 6), die Gradienten i_{krit} nach TSCHUGAJEW und die hydraulische Grundbruchsicherheit (HYD) nach EN 1997-1 (2005) zusammengestellt. Die nach diesen Kriterien erforderliche Tiefe einer zentralen Dichtwand ist für einen homogenen Boden mit „nur“ horizontaler Durchströmung in Abb. 7 dargestellt. Als Teilsicherheitsbeiwerte sind jene für Einwirkungen nach 1997-1, Tabelle A.17, berücksichtigt, nämlich $\gamma_{G,dst} = 1,35$ für ständige ungünstige und $\gamma_{Q,dst} = 1,5$ für veränderliche ungünstige Einwirkungen.

Tabelle 2 zeigt eine mögliche Zuordnung von Schutzklasse, Dammbauwerk, Bodenart und Sickerweg auf der Basis von Erfahrungen bei Hoch-

wasserschutzdämmen, verschiedenen Veröffentlichungen, Merkblättern und Richtlinien. Die Form und die Inhalte der Tabelle 2 stellen einen Diskussionsvorschlag der Autoren dar, wobei sämtliche Zelleneinträge auf Grundlage der Fachliteratur, von Modellversuchen und ausgeführten Projekten basieren sollten.

Die Schichtung des

Untergrundes und die damit verbundene rasche Änderung der Durchlässigkeit und des Verhältnisses von vertikaler zu horizontaler Durchlässigkeit erhöhen die Erosionsgefahr. Dieser Umstand könnte durch einen weiteren Teilsicherheitsbeiwert γ_s berücksichtigt werden. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegenüber Erosion ist erfüllt, wenn

$$i_{vorh} \leq i_d \quad \text{mit} \quad (2)$$

$$i_d = i_{krit,k} / (\gamma_{i,j} \times \gamma_s) \quad \text{ist.} \quad (3)$$

- i_d Bemessungswert des hydraulischen Gradienten
- $i_{krit,k}$ charakteristischer Wert des hydraulischen Gradienten
- $\gamma_{i,j}$ Teilsicherheitsbeiwert gemäß Tabelle 2
- γ_s Teilsicherheitsbeiwert, der die Schichtung des Untergrundes berücksichtigt

Vergleichsberechnungen mit einem typischen Hochwasserschutzdamm für Wildbäche (Abb. 6) zeigen sehr deutlich den Einfluss der Schichtung auf den luftseitigen Austrittsgradienten i . Bei einem geschichteten Baugrund mit einer um den

Netz mit 9200 Elementen und 4791 Knoten

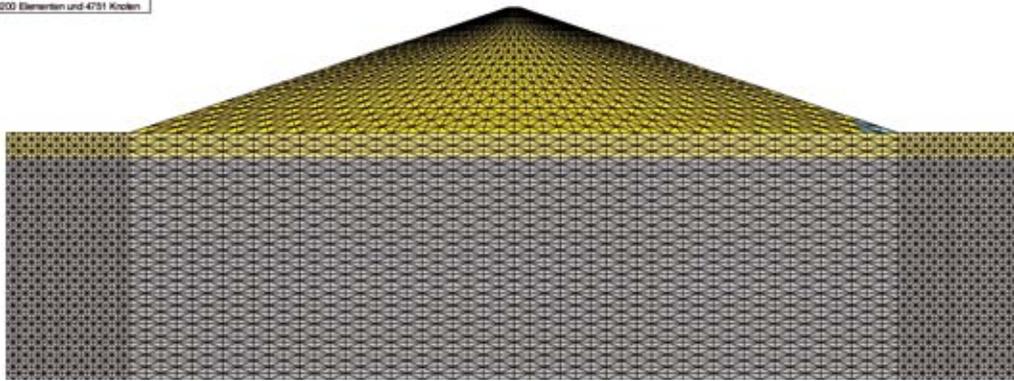
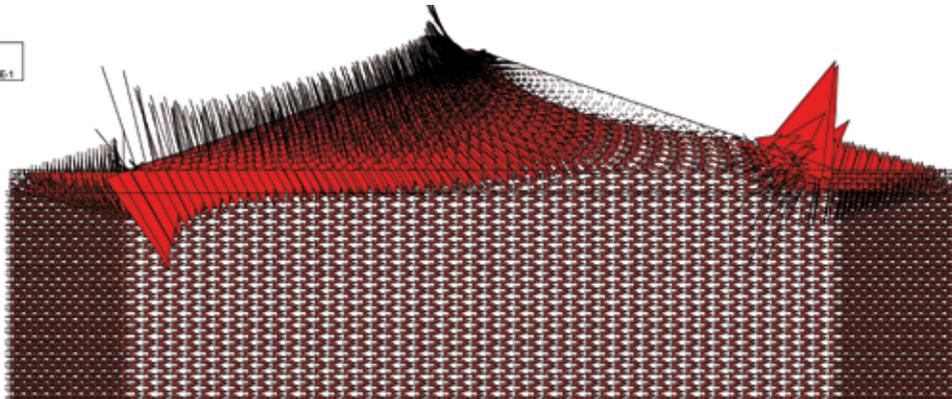
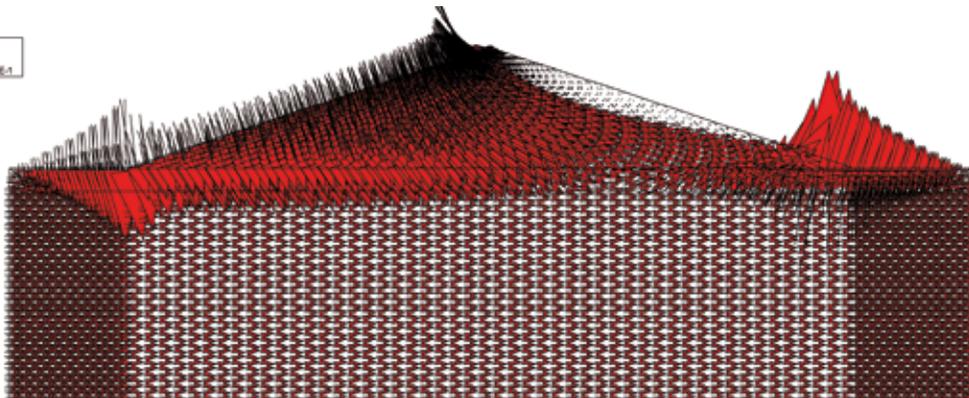


Abb. 8: Netz der Finiten-Elemente-Berechnung

Fig. 8: Finite – Element calculation – net

Gradienten
Maßstab:
1 m = 1,000E-1Abb. 9a: Gradienten $k_h = k_v$ Fig. 9a: Gradients $k_h = k_v$ Gradienten
Maßstab:
1 m = 1,000E-1Abb. 9b: Gradienten $k_h \neq k_v$ Fig. 9b: Gradients $k_h \neq k_v$

	Schutzklasse SK 1	Schutzklasse SK 2	Schutzklasse SK 3
	Dammdurchsickerung schneller als Einstauzeit oder Gefährdung vieler Menschenleben und/oder beachtliche wirtschaftliche Folgen und alle nicht in SK 2 und SK 3 gehörige Dämme	Stauhöhe $h = 2,0$ bis $10,0$ m und Einstauzeit ≤ 24 Std. und Überprüfung der Strömungsverhältnisse in Dam und Untergrund und Möglichkeit von Sofortmaßnahmen oder $h \leq 2,0$ m und Einstauzeit ≥ 48 Std.	Einstauzeit ≤ 48 Std. und Stauhöhe $h \leq 2,0$ m und Dammkontrolle und Möglichkeit von Sofortmaßnahmen und keine Gefährdung von Menschenleben, geringe wirtschaftliche Folgen
Bodenart:	$i_{krit, K, min} (-)$		$i_{krit, K, max} (-)$
Schluff – Feindsand	0,10		0,20
Kies – Schluff – Gemische	0,20		0,30
Kiese	0,25		0,35
Ton	0,30		0,50
Mittelsand	0,15		0,25
Teilsicherheitsbeiwerte:	$\gamma_{i,j}$ und γ_s	$\gamma_{i,j}$ und γ_s	$\gamma_{i,j}$ und γ_s
nur horizontale Sickerwege	$\gamma_{h,of} = 1,45$ $\gamma_{h,mf} = 1,30$ $\gamma_s = 1,50$	$\gamma_{h,of} = 1,25$ $\gamma_{h,mf} = 1,15$ $\gamma_s = 1,50$	$\gamma_{h,of} = 1,10$ $\gamma_{h,mf} = 1,00$ $\gamma_s = 1,5$
horizontale und vertikale Sickerwege (bei numerischen Strömungsberechnungen)	$\gamma_{h,v,of} = 1,10$ $\gamma_{h,v,mf} = 1,05$ $\gamma_s = 1,0 - 1,1$	$\gamma_{h,v,of} = 1,05$ $\gamma_{h,v,mf} = 1,00$ $\gamma_s = 1,0 - 1,05$	$\gamma_{h,v,of} = 1,00$ $\gamma_{h,v,mf} = 1,00$ $\gamma_s = 1,00$
hydraulische Grundbruchsicherheit (HYD) nach EN 1997-1, A.5., Tabelle A.17	$\gamma_{G,dst} = 1,35$ $\gamma_{G, stb} = 0,90$ $\gamma_{Q,dst} = 1,50$	$\gamma_{G,dst} = 1,35$ $\gamma_{G, stb} = 0,90$ $\gamma_{Q,dst} = 1,50$	$\gamma_{G,dst} = 1,35$ $\gamma_{G, stb} = 0,90$ $\gamma_{Q,dst} = 1,50$

Tab. 2: Zulässige hydraulische Gradienten i_{krit} und Teilsicherheitsbeiwerte

$\gamma_{h,of}$ ohne Böschungsfiler, $\gamma_{h,mf}$ mit Böschungsfiler
 $\gamma_{h,v,of}$ ohne Böschungsfiler, $\gamma_{h,v,mf}$ mit Böschungsfiler
 γ_s je nach Schichtung des Untergrundes
 $\gamma_{G,dst} / \gamma_{G, stb}$ ungünstige / günstige ständige Einwirkung,
 $\gamma_{Q,dst}$ veränderliche ungünstige Einwirkung

Tab. 2: Permissible hydraulic gradients i_{krit} and partial safety factors

$\gamma_{h,of}$ without side slope filter, $\gamma_{h,mf}$ with side slope filter
 $\gamma_{h,v,of}$ without side slope filter, $\gamma_{h,v,mf}$ with side slope filter
 γ_s depending on the layering of the substratum
 $\gamma_{G,dst} / \gamma_{G, stb}$ unfavourable / favourable constant effects,
 $\gamma_{Q,dst}$ variable, unfavourable effect

Faktor 100 durchlässigeren unteren Schicht und einem Verhältnis von k_h zu k_v von 10 ist der Austrittsgradient örtlich bis zu 2-mal größer als bei einheitlichen Durchlässigkeitsbeiwerten (Abb. 8 bis 10).

Erosionserscheinungen können mittels Geokunststoffen wirkungsvoll und langfristig unterbrochen werden. Hierbei gelten eigene Filterkriterien, die teilweise in Analogie zu den in der Bodenmechanik üblichen Kriterien für Kornmische erarbeitet wurden (GIROUD, 2003; HEIBAUM et al., 2006). Geokunststoffe haben sich seit Jahrzehnten im Wasserbau gut bewährt und kommen daher auch bei Schutzdämmen gegen Wildbäche und Murengänge in zunehmendem Maße zur Anwendung.

3. Hochwasserschutzdamm Obermühlbach

3.1 Geologische Verhältnisse

Das Dammbauwerk der Retentionsanlage kam auf jungen Alluvionen zu stehen. Die Betonsperre des Bauwerkes mit der Dosieranlage an der orographisch rechten Talflanke (quarzitische Phyllite) wurde mit ihrer hangseitigen Gründungssohle auf Hangschutt aus der talwärts abtauchenden Felsflanke gegründet, während ihr orographisch linker Teil mit der Dammanbindung auf den Talalluvionen fundiert wurde (mit Schadfolgen aus dem daraus resultierenden unterschiedlichen Setzungsverhalten).

Die Bohrerkundungen der Alluvionen ergaben feingeschichtete Sandlagen mit wechselndem Schluffanteil, fallweise eingeschaltet sind geringmächtige sandige Kieslagen. Die Felsoberfläche taucht, wie bereits erwähnt, von der orographisch rechten Talflanke relativ steil ab, wurde im Talbcken und damit unter der Dammaufstandsfläche ca. 20 Meter unter GOK in der Bohrung BL 3 (Abb. 10) angefahren.

3.2 Geotechnische Randbedingungen

Der Dammkörper besteht im Wesentlichen aus schluffigem sandigem Kies mit Blöcken. Es wurden Blöcke mit einem maximalen Korndurchmesser von 400 mm eingebaut. Die Lagerungsdichte des Dammschüttmaterials ist als mitteldicht bis sehr dicht zu klassifizieren. Die Mächtigkeit der Dammschüttung ist dem Urgelände angepasst und dementsprechend relativ stark unterschiedlich. Im Bereich der Bohrungen BL 2 bis BL 4 beträgt die Höhe der Dammschüttung inklusive Bodenauswechslung 9,5 – 12,9 m.

Unter der Dammaufstandsfläche stehen breiige–weiche und sehr lockere bis mitteldicht gelagerte Sand-Schluff-, Kies-Schluff-Gemische und Sand an. Ab einer Tiefe von etwa 3,2 m bis 6,7 m unter der Dammschüttung befinden sich steife bis halbfeste und mitteldicht bis sehr dicht gelagerte Sand-Schluff-, Kies-Schluff-Gemische und Sande. In diesen Ablagerungen unter dem Damm sind immer wieder Kieslinsen mit Steinen und Blöcken und Kies-Sand-Gemische mit geringem Feinkornanteil eingelagert. Letztere stellen eine Schicht mit hohen Durchlässigkeitsbeiwerten dar.

Rückschlüsse auf den Grundwasserstand konnten im Zuge der Bodenerkundungen bei den Bohrungen gewonnen werden. Es wurde das Grundwasser etwa 12,7 m bis 19,6 m unter Dammkrone erbohrt. Verglichen zur Unterkante der Durchlassöffnung bedeutet dies, dass der Wasserstand in den Bohrungen von August bis September 2003 etwa 2,7 bis 9,6 m unter der Sperröffnung lag. Es ist jedoch mit starken jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen des Bergwasserstandes zu rechnen.

Die Bohrungen wurden als Pegel ausgebaut und mit einer automatischen Datenerfassung ausgestattet.

Die Erkundungsbohrung an der rechten Hangseite zeigte eine intensive Zerlegung des

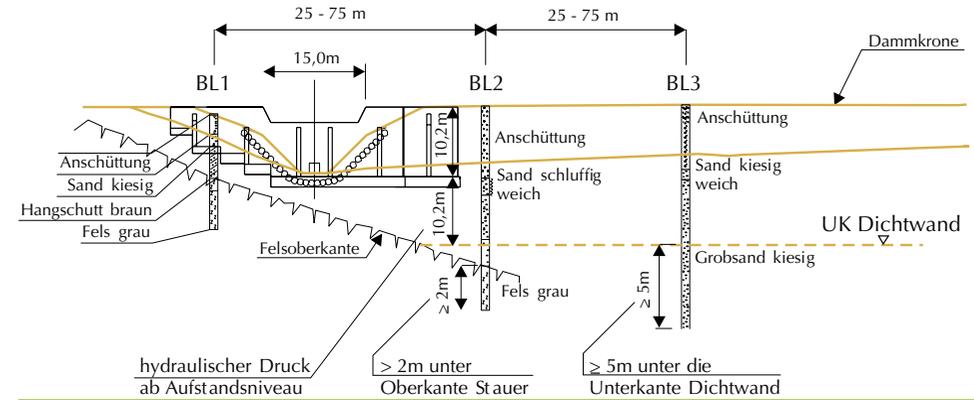


Abb. 10: Geotechnischer Längsschnitt

Fig. 10: Geotechnical longitudinal section

vorliegenden Festgesteins. Die durchgeführten Wasserabpressversuche ließen Rückschlüsse auf offene Gebirgsabschnitte mit erhöhten Wasserwegigkeiten zu, sodass auch ein erhöhter Bergwasserdruck aufgebaut werden kann. So wurden bei den Wasserabpressversuchen Durchlässigkeitsbeiwerte bei Einpressdrücken von 1,7 bis 4,0 bar $1,4 \times 10^{-6}$ bis $1,8 \times 10^{-7}$ m/s gemessen.

3.3 Baumaßnahmen: Untergrund-Dammdichtung

Auf Grund der relativ großen Stauhöhe und der ungünstigen Untergrundeigenschaften wurde zur Unterbindung der rückschreitenden Erosion eine Dichtwand im Untergrund in Kombination mit einer Oberflächenabdichtung ausgeführt

(Abb. 10 bis 13). Diese Abdichtungsmaßnahmen wurden erst nach Fertigstellung des Dammbauwerkes und des Sperrbauwerkes ausgeführt. Im Bereich des Sperrbauwerkes wurde eine kombinierte Gründungs- und Abdichtungsvariante mithilfe eines DSV-Körpers gewählt. Dabei wurden die DSV-(Düsen-Strahl-Verfahren-)Säulen derart ausgeführt, dass wasserseitig eine geschlossene Dichtwand entstand und dahinter aufgelöste Gründungssäulen. Aufgrund des ausgeprägt anisotropen Verhaltens des Untergrundes kam einer Verlängerung des vertikalen Sickerweges besondere Bedeutung zu: Die Systemdurchlässigkeit in horizontaler Richtung liegt nahezu um zwei Zehnerpotenzen höher als in vertikaler Richtung. Mit diesen Dichtungs- bzw. Barrierenmaßnahmen

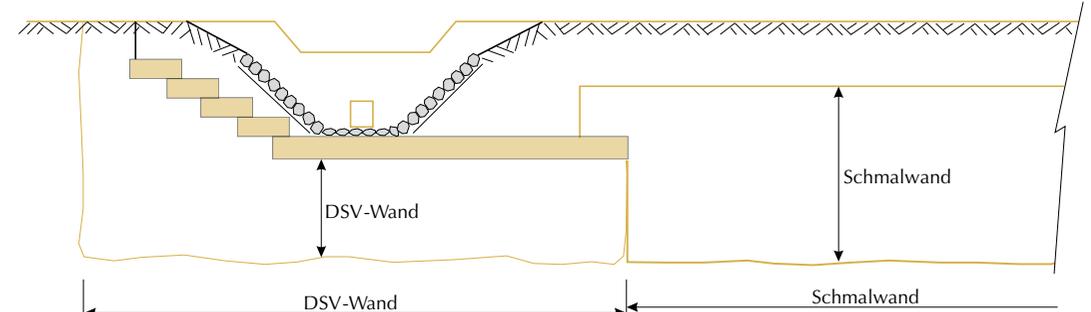


Abb. 11: Längsschnitt - Sperrbereich

Fig. 11: Longitudinal section of dam.

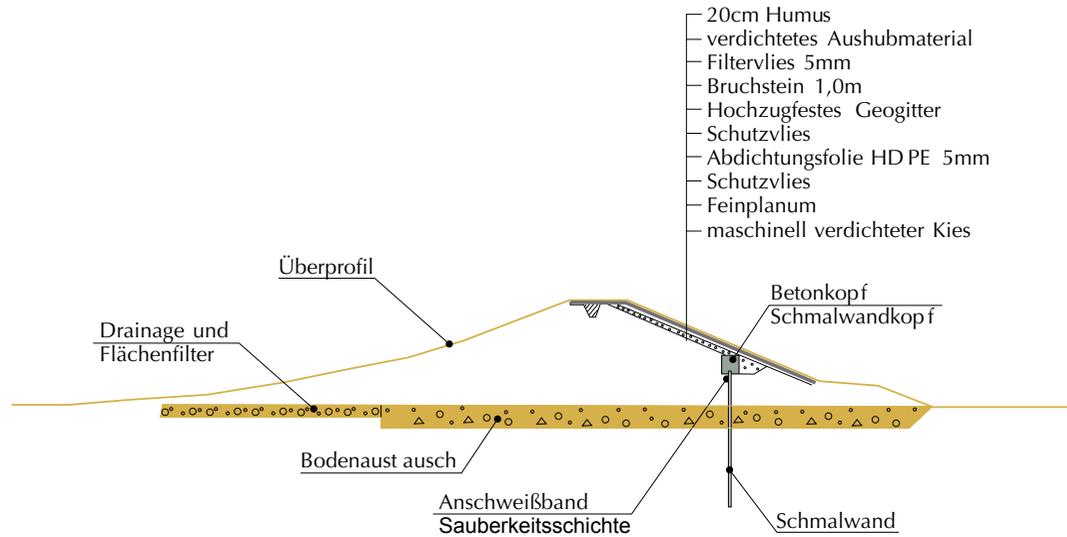


Abb. 12: Dammquerschnitt

Fig. 12: Cross-section of dam

konnte ein günstiger hydraulischer Gradient für den Einstaufall erreicht werden.

Um die Unterströmung des Hochwasserschutzdammes auch weiterhin zu ermöglichen, reichen die Dichtwände nicht bis in den Stauer; hydraulisch wirken sie demnach als „unvollkommene Tauchwände“ (daher zwei Dichtwände).

Die vor dem Dammfuß herzustellende Dichtwand sollte durch Setzungen bzw. Set-

zungsdifferenzen des Dammkörpers möglichst wenig beansprucht werden. Außerdem stand die gesamte Errichtung des Abdichtungssystems des Hochwasserschutzes unter starkem Zeitdruck. Zur Langzeitüberwachung des Rückhaltedammes und des Untergrundes dienen Pegelmessungen.

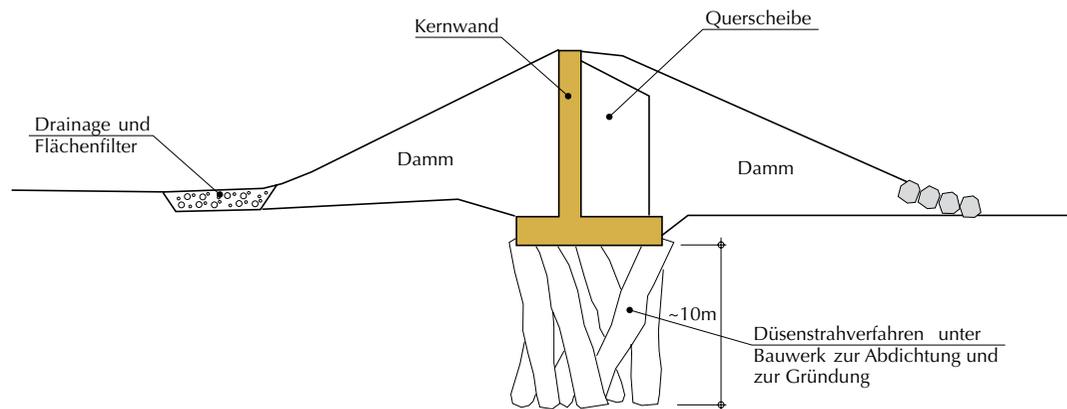


Abb. 13 Sperrquerschnitt

Fig. 13 Cross-section of dam

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dr. Hans Angerer
Geologische Stelle der Wildbach- und
Lawinerverbauung
Liebeneggstr. 11
6010 Innsbruck

Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Hofmann
Dr. Hofmann – Geotechnik, Ziviltechnikerbüro,
A-2380 Perchtoldsdorf

Literatur / References:

- BRAUNS, J. (1985):
Erosionsverhalten geschichteten Bodens bei horizontaler Durchströmung. Wasserwirtschaft 75 S.
- HEIBAUM, M. et al. (2006):
Hydraulic Application of Geosynthetics. Special Lecture. Proceedings of International Conference on Geosynthetics (IGS), Yokohama.
- GIROUD, J.P. (2003):
Filter Criteria. Mitteilungen für Grundbau, Bodenmechanik und Felsbau, Heft 5 ("Jubilee Volume"). Technische Universität Wien, S. 221 – 259.
- HOFMANN, R. (2002):
Geotechnische Gutachten über die Hochwasserschutzdämme Kematen – Waldbach, Willersbach/oben und unten, Klingfurtherbach/oben und unten. Unveröffentlicht.
- HOFMANN, R. & GRÜNWARD, H. (2004):
Hochwasserschutz bei Wildbächen aus geotechnischer Sicht. Technische Universität München, Symposium 2004 – Lebensraum Fluss – Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie.
- HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2004):
Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser und Muren bei Wildbächen. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Beitrag zur 28. Baugrundtagung 22. – 25. September 2004 in Leipzig.
- HOFMANN, R. & FISCHER, C.M. (2004):
Kosten von geotechnischen Langzeitmessungen anhand von praktischen Beispielen. EUROCK 2004 & 53rd Geomechanics Colloquium. Schubert (ed.) © 2004 VGE.
- HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2006):
Geotechnische Untersuchungen für Hochwasserschutzdämme im Sinne der ÖNORM B 4402. Wildbach- und Lawinerverbauung. Heft 2006.
- HOFMANN, R. & ANGERER, H. (2006):
Risikobewertung aus geologischer – geotechnischer Sicht bei Naturgefahren. 13. Donauuropäische Konferenz. Ljubljana 2006.
- HOFMANN, R. & BRANDL, H. (2006):
Erosionsstabilität und Standsicherheit von Schutzdämmen gegen Wildbäche und Murengänge mit besonderer Berücksichtigung von Einbauten. 2.Symposium Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen, Universität Siegen.
- HOFMANN, R., ANGERER, H., MÖLK, M., SAUSGRUBER, T. (2009):
Hochwasserschutz an Wildbächen. Eröffnungsvortrag 3.Symposium Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen, Universität Siegen.

ANGERER, H., HOFMANN, R., MÖLK, M., PITTRACHER, M., SAUSGRUBER, T., STEPANEK, L. (2009):
Leitfaden Planungsablauf von Hochwasserretentionsanlagen der WLW – Ingenieurgeologie – Geotechnik. ÖWAV Heft 9-10/2009. Springer Verlage Wien – New York.

ISTOMOINA, V.S. (1957):
Die Filterfestigkeit von Böden. Moskau. Gosstroizdat.

LANE, E.W. (1932): Memorandum to chief designing engineer; subject: security of masonry dams on earth foundations from underseepage or piping. United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

RICHTLINIE zum Nachweis der Standsicherheit von Staudämmen (1996): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft – Österreichische Staubeckenkommission. Richtlinie zum Nachweis der Standsicherheit von Staudämmen vom Mai 1996: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft – Österreichische Staubeckenkommission.

TSCHUGAJEW, R.R. (1965): Über die Berechnung der Filtrationsfestigkeit des Baugrundes unter Dämmen. Gidrotechniceskoe, Heft 2.

CLAUS IRRGEHER

Methoden zur Untergrundabdichtung am Beispiel Obermühlbach

Methods of ground improvement for flood control measures - Project Obermühlbach

Zusammenfassung:

Im folgenden Beitrag werden einige Verfahren und Einsatzbereiche des Spezialtiefbaus beschrieben, die im Hochwasserschutz zum Einsatz gelangen. Anhand des Projektes Obermühlbach in der Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten werden zwei Verfahren näher erläutert.

Summary:

The following abstract describes some ground improvement methods which are used for flood protection. The two methods used in the Obermühlbach project will be described in detail.

Der Hochwasserschutz ist mit dem modernen Spezialtiefbau eng verbunden. Die Einsatzmöglichkeiten des Spezialtiefbaus reichen von der Sanierung von bestehenden Dämmen, die ihre Abdichtungsfunktion nicht mehr erfüllen und/oder deren Standsicherheit gefährdet ist, bis zu Untergrundabdichtungen bei neuen Hochwasserschutzmaßnahmen, um den Grundwasserstrom abzusperren bzw. zu verringern und damit die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs hintanzuhalten.

Folgende Tiefbaumethoden finden unter anderem ihre Anwendung:

1. Spundwand

Durch Einrammen bzw. Einvibrieren von Stahlprofilen wird die Abdichtungsfunktion sichergestellt. Darüber hinaus kann die Spundwand auch statische Funktionen übernehmen. Das Spundwandverfahren kann in allen rammfähigen Böden eingesetzt werden, wobei die Anwendungsgrenzen im Wesentlichen durch die verfügbaren Längen der Stahlprofile gegeben sind.

2. Schmalwand

Die Schmalwand ist eine reine Abdichtungsmaßnahme. Durch Einrütteln einer I-förmigen Stahlbohle oder eines Keller'schen Flügelrüttlers wird ein Hohlraum im Untergrund erzeugt, welcher beim Ziehen der Bohle/des Rüttlers mit geeigneter Suspension, die auf die Abdichtungsanforderungen abgestimmt ist, ausgefüllt wird. Die Anwendungsgrenzen sind durch praktikable Tiefen und die Lagerungsdichte des Untergrundes gegeben.

3. Schlitzwand

Bei der Schlitzwandherstellung wird mittels Greifer oder Fräse der Boden ausgehoben. Der dadurch entstehende Schlitz wird kontinuierlich mit einer Stützflüssigkeit gefüllt. Diese Stützflüssigkeit (auf Bentonitbasis) kann einerseits schon die Abdichtungsfunktion übernehmen, andererseits kann diese nach Herstellung des Schlitzes durch Beton ersetzt werden, wodurch auch eine statische Lastabtragung in Kombination mit einer Bewehrung möglich wird. Eingesetzt werden Schlitzwände im Wesentlichen für tiefe Abdichtungswände (> 20m), häufig in Kombination mit lastabtragender Funktion.

4. Großbohrpfähle

Die Bohrpfahltechnik (60-150cm Durchmesser) ist eine gängige Methode im Spezialtiefbau (Bodenaushub mittels verrohrter Bohrung, Einbringung einer Bewehrung, Auffüllen mit Fertigbeton). Durch Herstellung von überschnittenen Bohrpfählen wird die Abdichtungsfunktion sichergestellt, wobei auch gleichzeitig statische Anforderungen für Gründungen oder Baugrubenverbauten gelöst werden können. Bei Ausführung von aufgelösten Pfählen in Kombination mit dem Düsenstrahlverfahren zur Abdichtung der Zwischenräume kann eine wirtschaftlichere Lösung erzielt werden.

Anhand des Projektes Obermühlbach werden das

- **Düsenstrahlverfahren** (DSV) und das
- **Deep-Soil-Mixing-Verfahren** (DSM) näher vorgestellt.

Problemstellung

Das Hochwasser-Rückhaltebecken Obermühlbach besteht aus einem ca. 9 m hohen und rd. 180 m langen Damm, sowie einer flach gegründeten Betonsperre als Durchlassbauwerk.

Im März 2003 wurden im Beton des Absperrbauwerkes Risse sowie lokale Rutschungen an der luftseitigen Dammböschung festgestellt. Nach umfangreichen, bodenmechanischen Untersuchungen durch das Ziviltechnikerbüro Dr. Hofmann wurden durch das ZT-Büro Ing. Kalczyk folgende Dammertüchtigungsmaßnahmen projektiert:

- **Sperrenbauwerk:** Untergrundabdichtung mittels Düsenstrahlverfahren bei gleichzeitiger Unterfangung mit bis zum anstehenden Fels reichenden DSV- Körpern
- **Dammbereich:** wasserseitige Oberflächenabdichtung mittels Folie in Kombination mit einer lamellenartigen Untergrundabdichtung (DSM) zur Verlängerung der Sickerlinie.

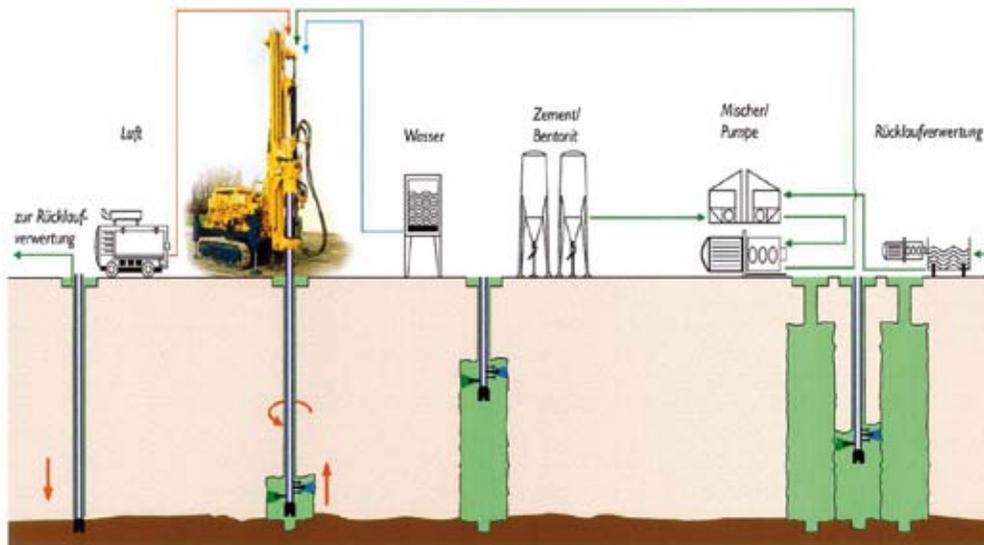


Abb. 1: Soilcrete-Düsenstrahlverfahren

Fig. 1: Soilcrete - jet grouting

Düsenstrahlverfahren (DSV, HDBV – Hochdruck Bodenvermörtelung, Jet Grouting, Soilcrete....)

Beim Soilcrete-Düsenstrahlverfahren (DSV-Verfahren) wird nach Abteufen eines Bohrgestänges bis auf statisch erforderliche Tiefe der Boden unter Einsatz eines energiereichen Schneidstrahles (ca. 400 bar, je nach Erfordernis) aus seinem natürlichen Gefüge gelöst und gleichzeitig mit Zementsuspension verfestigt. Durch Rotation des Bohrgestänges und kontinuierliches Ziehen entstehen säulenartige Verfestigungskörper [Abb. 1].

Das Soilcrete-Düsenstrahlverfahren kann in allen Lockergesteinen, gemischtkörnigen Böden bis hin zu Ton eingesetzt werden [Abb. 2]. Hinsichtlich der möglichen Tiefen sowie Durchmesser gibt es baupraktisch kaum Grenzen. So wurden Abdichtungsarbeiten für Baugruben im innerstädtischen Bereich bis in Tiefen von über 50 m ausgeführt. Je nach Anforderung an die Bodenverbesserung mittels Düsenstrahlverfahren und vorliegenden Bodenverhältnissen reichen die

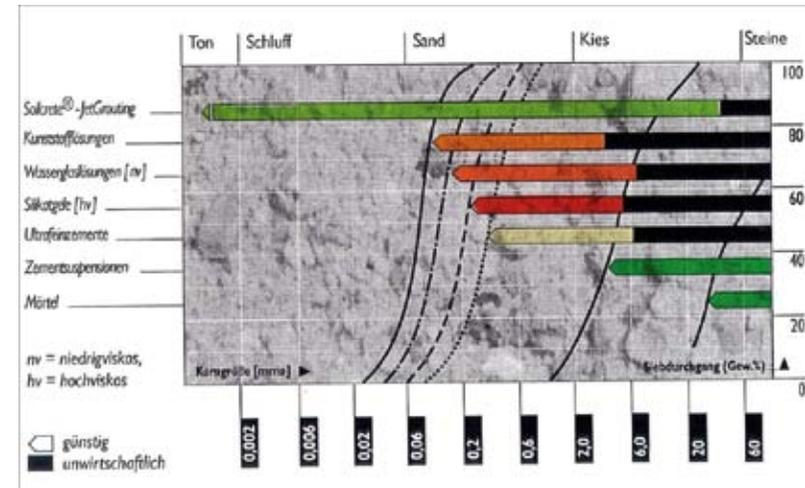
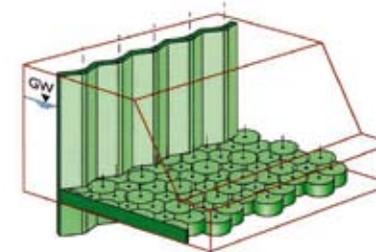


Abb. 2: Anwendungsgrenzen Soilcrete-Verfahren

Fig. 2: Application of the Soilcrete jet grouting technique in different soil types

Lamellenwand mit Dichtsohle



Unterfangungskörper

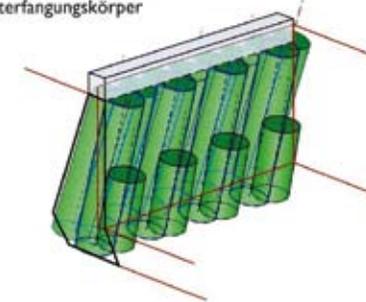


Abb.3: Ausführungsgeometrien

Fig. 3: Different forms of application

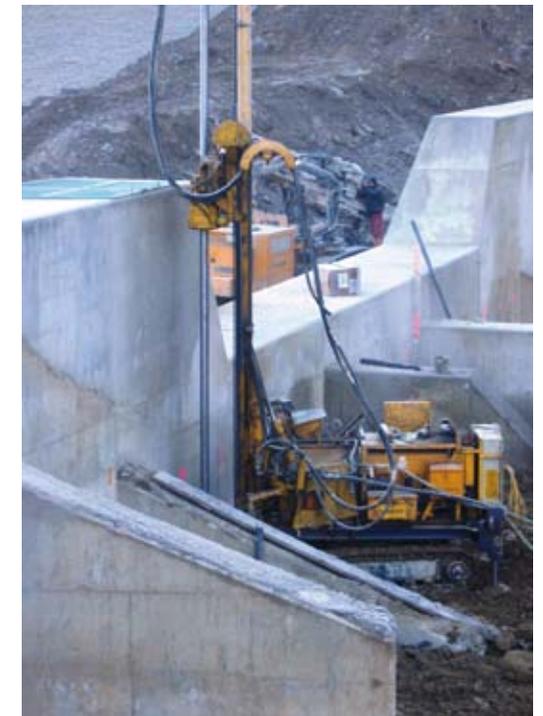


Abb. 4: Soilcrete-Bohrgerät

Fig. 4: Soilcrete drilling unit

Durchmesser von ca. 0,7 m bis deutlich über 3 m. Selbstverständlich ist die eingesetzte Gerätschaft (Bohrgerät, Hochdruckpumpe, Kompressor,...) an die jeweilige Aufgabe anzupassen.

Durch Ausführung unterschiedlicher Körpergeometrien können mit diesem Verfahren nicht nur Abdichtungsarbeiten gelöst werden, sondern auch Unterfangungsarbeiten durchgeführt werden [Abb. 3]

Deep Soil Mixing (DSM-Verfahren, Soilcrete-M-Verfahren...)

Beim Soilcrete-M-Verfahren wird unter Einsatz von Einfach- oder Doppelpaddel [Abb. 5 und 6] der anstehende Boden mechanisch unter gleichzeitiger Zugabe von Suspensionen auf Zementbasis vermischt. Durch mehrmalige Ein- und Ausfahrbewegungen wird eine homogene Durchmischung erzielt. So werden überschnittene Säulen mit definiertem Durchmesser und Säulenabstand hergestellt [Abb. 7].



Abb. 5: Soilcrete-M-Gerät mit Einfachpaddel

Fig. 5: Unit with one paddle

Als Trägergerät können je nach zu erreichender Tiefe und Beanspruchung des Gerätes verschiedene Mäklärgeräte verwendet werden. Wesentlich ist ein ausreichend starker Drehkopf zur Gewährleistung einer kontinuierlichen Durchmischung des Bodens mit der Suspension.

Analog zum Düsenstrahlverfahren begrenzen eher wirtschaftliche als technische

Gründe die Tiefe und den Durchmesser. Übliche Durchmesser gehen bis zu 1 m und die üblichen Tiefen reichen bis ca. 15 – 20 m. Je nach Projektgröße sind auch Tiefen bis 30 m realisierbar.



Abb. 6: Soilcrete-M-Gerät mit Doppelpaddel

Fig. 5: Unit with two paddles

Für die Untergrundabdichtung im Dammbereich kam das Soilcrete-M-Verfahren erstmals in Kärnten zum Einsatz.

In Kombination mit eingestellten Stahlträgern können auch Hochwasserschutzmauern bzw. Mobilelemente auf die Untergrundabdichtung aufgesetzt werden. Dabei übernimmt der Stahlträger die Ableitung der Horizontal- und Momentenbeanspruchung in den durch das Deep Soil Mixing verbesserten Untergrund.

Die erreichbaren Durchlässigkeiten sind von dem anstehenden Boden sowie der auf das jeweilige Projekt abgestimmten Mischung abhängig.



Abb.7: Soilcrete-M-Säulen

Fig. 7: Soilcrete M-pillar



Abb.8: Trägereinbau

Fig. 8: Fitting of an I-profile



Abb.9: Kopfbalkenbewehrung

Fig. 9: Beam reinforcement

Ausgeführte Leistungen Projekt Obermühlbach:

Soilcrete:	180 Stk. Säulen mit einem mittleren Durchmesser von 150cm Einzellängen bis zu 11,0 m
Soilcrete M:	ca. 1.200 m ² Dichtungswand
Ausführungszeitraum: Dezember 2006 bis August 2007	

Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl.-Ing. Claus Irrgeher
Keller Grundbau Ges.m.b.H.
Packer Strasse 167
A-8561 Söding
Tel. +43 3137 3767
Fax. +43 3137 3788
Mobil +43 664 214 09 66

MICHAEL BOTTHOF

Hochwasserrückhalt am Beispiel Tschierwegerbach

Notwendigkeit ↔ Machbarkeit und Umsetzbarkeit ↔ Opportunitätskosten

Flood-retarding based on the example of the Tschierwegerbach torrent

Exigence ↔ practicability and feasibility ↔ opportunity costs

Zusammenfassung:

Die Umsetzbarkeit von Schutzbauten ist abhängig von naturräumlichen Gegebenheiten wie Geologie, Morphologie und Platzangebot im besiedelten Gebiet. Bei Schutzprojekten mit Hochwasserrückhalt spielt die Verfügbarkeit von Retentionsräumen sowie die Bereitstellung dieser durch die Grundstückseigentümer eine weitere wichtige Rolle.

Schlüsselwörter:

Hochwasserrückhaltebecken
Retentionsraum
Grundstücksverfügbarkeit
Grundstücksablösen

Summary:

The feasibility of protective constructions depends on physical-spatial factors like geology and morphology and space available in the area of settlement. In protective projects with flood-retarding basins, the availability of the retention area is as important as the provision of the retention area by the owner.

1. Einleitung

Die Marktgemeinde Millstatt liegt nördlich des Millstättersees (558 m SH) und reicht nach Norden hin über die Millstätter Alpe bis hin zum Kamplnock mit einer Seehöhe von 2101 m. Die Gemeinde mit 3419 Einwohnern und rund 1100 Nebenwohnsitzen ist stark durch den Tourismus geprägt (durchschnittlich 333.000 Nächtigungen).

Traurige Berühmtheit erlangte die Marktgemeinde Millstatt durch das Katastrophenereignis vom 31. Juli 1958, bei dem insgesamt 7 Menschen ums Leben kamen.



Abb.1: Hochwasserereignis Millstätter Riegenbach 31. Juli 1958; Schadensbild in der Überfuhrungasse (ca. 60 m rechtsufrig des Millstätter Riegenbaches gelegene bachparallele Gemeindestraße)

Fig. 1: Damaged houses along the Millstätter Riegenbach (flood disaster in the year 1958)

Elf Jahre zuvor, am 04. Juli 1947, kam es am Tschierwegerbach nach einem dreistündigen Starkregenereignis zur Katastrophe. Nach den

Sofortmaßnahmen wurde bereits 1950 mit der Umsetzung des Verbauungsprojekts 1950 begonnen, wobei die Schwerpunkte in jenen Bereichen lagen, wo der Wildbach 1947 seine Schwächen bzw. seine Stärken gezeigt hat. Die geomorphologische Besonderheit der Gemeinde Millstatt bzw. der Millstätter Wildbäche ist die Terrasse am Obermillstätter Plateau (700 – 850 m) die mit zahlreichen kleineren Ortschaften besiedelt ist. Im Bereich der Terrasse kam und kommt es bei Unwetterereignissen zu Bachaustritten. Die ausgeferten Wässer verteilen sich und dotieren zum Teil angrenzende Einzugsgebiete, passieren die Steilstufe und münden in den Millstättersee.

Aufgrund dieser Tatsache (verteilende Wirkung und Fremddotation in angrenzende Wildbäche) wurde dem Unterlauf des Tschierwegerbaches (unterhalb des Obermillstätter Plateaus) aus heutiger Sicht nicht die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt. Vielmehr wurden die Interessen der touristisch geprägten Gemeinde verfolgt. So sah das seinerzeitige „Verbauungsprojekt 1950 für den Tschierwegerbach“ eine 65 lfm lange Verrohrung im heutigen Ortsgebiet von Millstatt vor.

Die Verbauungsstrategie des Projektes von 1950 und die daraus abgeleiteten Gefährdungsszenarien, die dem Gefahrenzonenplan von 1976 zugrunde liegen, machten es möglich, dass sich der Ortsbereich von Millstatt derart entwickelte.

Am Unterlauf des Tschierwegerbaches wurde seitens der Gemeinde sowie von Privaten seit den 50er Jahren ständig gebaut und gestaltet. Der GZP 1976 und die Gutachten der WLW wurden immer berücksichtigt. Das Ausmaß einer häufigen, der „Gelben Gefahrenzone entsprechenden Gefährdung“ wurde dabei aber bei weitem unterschätzt.

Aufgrund zahlreicher kleiner Ereignisse und einer „Revision der Gefahrenzonen am Tschierwegerbach“ wurde deutlich, dass am

Tschierwegerbach im Allgemeinen, am Unterlauf aber im Speziellen Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

Am 30. 11. 2005 wurde seitens der Gemeinde Millstatt ein Verbauungsantrag gestellt. Es zeigte sich schnell, dass aufgrund der Geländeformen (Obermillstätter Terrasse) und der beengten Situation am Unterlauf und im Bereich der Mündung in den Millstättersee, ein Verbauungskonzept mit einer Hochwasserretention zu favorisieren sein wird.

Nach grundsätzlichen Zustimmungen der betroffenen Grundstückseigentümer wurde mit der Projektierung begonnen. Aufgrund der geplanten Hochwasserretention im Bereich der Terrasse (unterer Mittellauf)

Abb. 2: Hydrologisches Modell HWR Tschierwegerbach

Fig. 2: Hydrological model of flood-retarding Tschierwegerbach

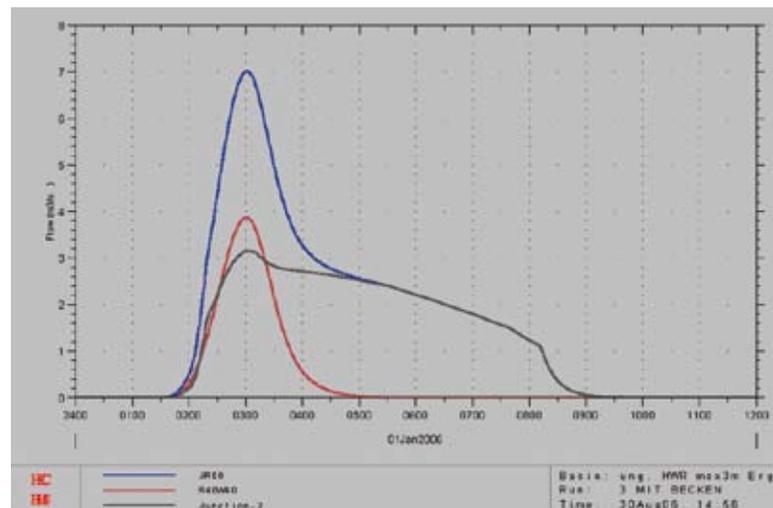
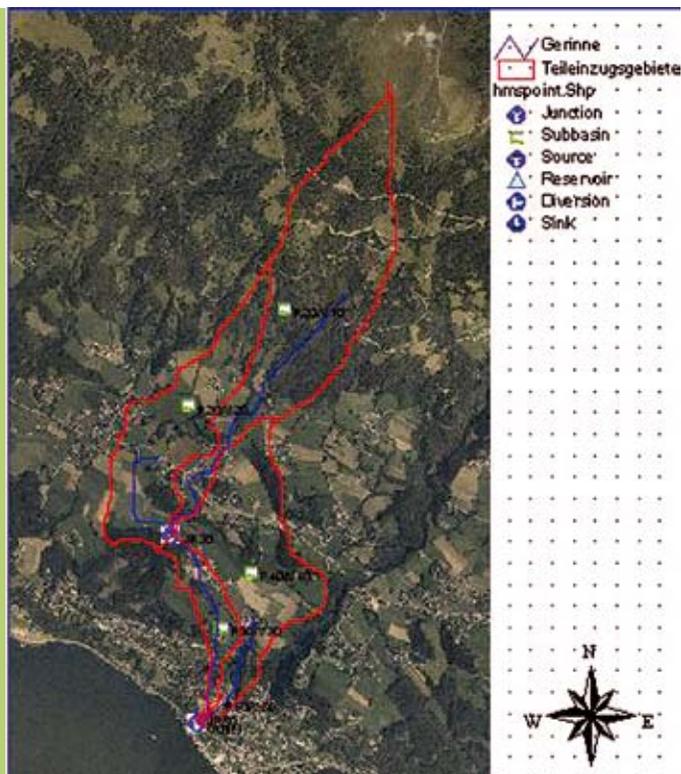


Abb. 3: Hochwasserwellen der Teileinzugsgebiete und Hochwasserganglinie im Bereich Millstatt nach Einmündung des linksufrigen Zubringers (realistisches Worst-Case-Ereignis).

Fig. 3: Flood waves in the sub-catchment areas and hydrograph curve of the Tschierwegerbach in Millstatt

und eines Zubringers (Teileinzugsgebiet), der erst unmittelbar im Ortsbereich von Millstatt in den Hauptbach einmündet, wurde viel Zeit in die Simulation eines für dieses spezielle Einzugsgebiet relevanten Worst-Case-Ereignisses investiert.

Es zeigte sich schon zu Beginn der Planung, dass aufgrund des Geländes und des benötigten Rückhaltevolumens nur ein einziger, geeigneter Standort für ein Hochwasserrückhaltebecken in Frage kommt.

An diesem Standort war es möglich, mit einer Stauhöhe von rund 3,7 m, ein Rückhaltevolumen von rund 38.000 m³ herzustellen. Bei einem Bemessungsereignis werden rund 2 ha landwirtschaftliches Ackerland und Grünflächen eingestaut.



Abb. 4: Wasserseitiger Blick auf das Rückhaltebauwerk während Abschlussarbeiten

Fig. 4: Flood retarding basin



Abb. 5: Linksufriger Zubringer des Tschierwegerbaches in offener und teils verrohrter Bauweise.

Fig. 5: Pipework system at the tributary of the Tschierwegerbach in the village of Millstatt.

Durch den Hochwasserrückhalt auf der Terrasse konnte die Hochwasserspitze am Beckenstandort von rd. 10 m³/s auf max. 3 m³/s und in Millstatt von rd. 15 m³/s auf ca. 7 m³/s reduziert werden.

Im Ortsbereich von Millstatt ist, wie oben erwähnt, der Tschierwegerbach

über mehrere Teilstücke verrohrt geführt. Trotz der Retentionsmaßnahmen auf der Terrasse mussten im Bereich von Millstatt alte Verrohungen vergrößert, Landesstraßendurchlässe umgebaut und verrohrte Bachabschnitte als offene Gerinne geführt werden.

Abb. 6: Aufweitung des Landesstraßendurchlasses von ca. 0,5 m² auf HAMCO LB 7 mit 2,35 m²

Fig. 6: Torrent bed widening from 0.5 m² to 2.35m² in the section of the state road. Now the cross-sectional area of the HAMCO LB 7 is 2.35m².



Abb. 7: Herstellung eines offenen Gerinnes im Bereich des Strandbades. Ursprünglich war dieser Bachabschnitt verrohrt (DN 600 mm) geführt.

Fig. 7: Open streambed in the lido. In the past, the torrent was in a pipework with a pipe diameter of 600 mm.

2. Notwendigkeit

In den vergangenen Jahren wurde der Ruf nach Schutzprojekten mit Hochwasserschutzdämmen auch in den Arbeitsfeldern der Wildbach- und Lawinenverbauung immer lauter. An dicht besiedelten Bachläufen, in denen sich oberhalb des zu schützenden Bereiches ein geeigneter und verfügbarer Standort anbietet, führt wohl kein Weg an einem Hochwasserrückhaltedamm vorbei.

Bei klassischen Wildbächen mit hohen Pauschalgehälten und Schwemmkegeln stößt man ohnehin sofort an die Grenzen des Machbaren. Beim Tschierwegerbach, mit einer ausgeprägten Terrasse im Bereich des unteren Mittellaufes, bietet sich die Terrasse im sonst sehr steilen Einzugsgebiet als einziger möglicher Standort an.

Die Sinnhaftigkeit eines Hochwasserrückhaltebeckens ist für jedes einzelne Schutzprojekt einzeln abzuwägen. Zu berücksichtigen sind neben den Baukosten, Wartungskosten (Beckenbuch) und ersparten Schutzmaßnahmen aufgrund der Retention auch die Kosten für die Grundstücksverfügbarkeit.

Bei der Umsetzung von WLW-Projekten ist es üblich, dass die für die Baumaßnahmen erforderlichen Flächen unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden (als Gegenleistung wird der Schutz erhöht). Bei Projekten der Wasserbauverwaltung werden die Grundstücksablösen aus den Projekten finanziert, was verständlicherweise die Grundstückseigentümer auch aus den Wildbachprojekten für sich lukrieren wollen.

3. Machbarkeit und Umsetzbarkeit

Die Umsetzbarkeit bezieht sich auf dreierlei Ebenen.

Die erste ist eine morphologische, die im Zusammenhang von Einzugsgebietsgröße, erforderlichem Retentionsgrad und benötigtem Speichervolumen zu beantworten ist.

Die zweite ist die geotechnische, die sich unter Zuhilfenahme von externen Fachkräften schnell, begründet und nachvollziehbar beantworten lässt.

Die dritte ist die Verfügbarkeit der benötigten HWR-Standorte. Hier ist das Argument, als Gegenleistung Schutz anzubieten, meist nicht mehr „griffig“. Es gilt vielmehr das Prinzip der freien Marktwirtschaft! In manchen Fällen wurde schon versucht den Nutzen eines Projektes auf den Quadratmeterpreis des potenziellen Beckenstandortes hochzurechnen.

4. Opportunitätskosten

Ob dieser Ausdruck im Zusammenhang mit Schutzprojekten des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, bei denen keine Grundstücksablösen aus dem Projekt gezahlt werden, verwendet werden darf, sei dahingestellt.

Bei entsprechender Dringlichkeit einer Verbauungsmaßnahme wird sich der Bauwerber jedoch sehr wohl überlegen müssen, diese angesprochenen „Opportunitätskosten“ außerhalb eines Projektes bereitzustellen.

Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Michael Botthof
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Liesertal u.
Ossiacher Seebecken
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: michael.botthof@die-wildbach.at

JOHANNES HÜBL, HERBERT PIRKL

Großrutschung Rieger – Analyse und Gefahrenbeurteilung

Rieger Landslide – Hazard Analysis and Assessment

Zusammenfassung:

Nach langanhaltenden starken Regenfällen kam es im Einzugsgebiet Riegerbach, Bez. Wolfsberg, am 30. August 2005 zu einer Großrutschung mit einem bewegten Volumen von etwa 650.000 m³. Folgeereignissen wird eine den Vorfluter erreichende Geschiebefracht von rund 16.000 m³ (Maximalszenario 180.000 m³) unterstellt. Da dadurch die Infrastruktur des Auentales bedroht wird, wurde von der Gebietsbauleitung Mittel- und Unterkärnten gemeinsam mit dem Institut für Alpine Naturgefahren der BOKU Wien ein Frühwarnsystem entwickelt und von einer Privatfirma errichtet. Dieses soll in weiterer Folge durch aktive konstruktive Maßnahmen, die sich zurzeit in Planung befinden, ersetzt werden. Im gegenständlichen Bericht wird auf die Ursachen der Rutschung eingegangen und das Gefahrenszenario dargestellt.

Summary:

On August 30th, 2005 a landslide with a volume of almost 650,000 cubic meters occurred in the Riegerbach catchment, in the district of Wolfsberg, Austria. Assumed debris flows with a sediment yield of 16,000 (max. 180,000) cubic meters will endanger the infrastructure in the distal fan area, especially a single communication road. As a passive countermeasure, a warning system was installed on behalf of the Forest technical Service (District office of Middle and Lower Carinthia); this will be replaced within the next years by active measures.

Zielsetzung der Untersuchungen am Auenbach

Im August 2005 trat in einem Teileinzugsgebiet des Auenbaches, Bezirk Wolfsberg, eine Rutschung auf, deren murenartiger Anteil fast den Tallauf des Auenbaches erreichte. Die durch diese Massenverlagerung hervorgerufene Änderung der Gefahrensituation (möglicher Aufstau und Durchbruch) sollte im Rahmen einer Grundlagenherhebung für den Gefahrenzonenplan des Einzugsgebietes des Auenbaches dargestellt werden.

Das Einzugsgebiet des Auenbaches

Der Auenbach ist Bestandteil des Gewässernetzes des Lavanttales. Er entwässert das Gebiet um Prebl und Gräbern und mündet vor Wolfsberg rechtsufrig in die Lavant. Das Einzugsgebiet zählt zum Bezirk Wolfsberg und liegt zum weitaus größten Teil in der Gemeinde Wolfsberg, ein kleiner Teil im Norden im Gebiet der Gemeinde Bad St. Leonhard im Lavanttal. Der Auenbach entspringt an der Südflanke des Schulterkogels im Gebiet der Saualpe auf einer Seehöhe von ca. 1350 m. Er verläuft ungefähr 12,5 km in Richtung Südost bis zu seiner Mündung in die Lavant auf einer Seehöhe von ca. 460 m. Die Länge vom Ursprung bis zur Kompetenzgrenze mit der Bundeswasserbauverwaltung beträgt rund 8,8 km, die Fläche des Einzugsgebietes rund 20,5 km². Zahlreiche Zubringer münden in das Hauptgerinne, ihre Einzugsgebietsflächen überschreiten zumeist nicht einen Quadratkilometer. Nennenswerte Zubringer sind der rechtsufrige Zubringer Riegerbach, in dem die **Rutschung „Rieger“** im Jahr 2005 auftrat, der Jöbstlbach, der Baumgartner Graben und der Hubmannbach, an dessen Mündung die Kompetenzgrenze festgelegt wurde. Der Auenbach liegt im südalpinen Klimaraum, der im Sommer von

mehrmaligem Wechsel zwischen relativ beständigen Witterungsabschnitten und Gewittern mit intensiven Niederschlägen geprägt ist. Im Spätherbst bringen Tiefdruckgebiete aus Oberitalien verstärkt Niederschläge. In Wolfsberg liegt das Niederschlagsmaximum in den Sommermonaten, mit rund 800 mm Jahresniederschlag ist das Klima im Einzugsgebiet relativ trocken.

Geologische Übersicht

Der Bereich des Auenbach-Einzugsgebiets liegt im Kristallin der Saualpe (Abb. 1), und zwar im Abschnitt des Saualpenkristallins mit der höchsten Metamorphosestufe (Pilger & Schönenberg 1978; Weissenbach & Pistotnik 2000) und wird von drei Einheiten aufgebaut:

- Preims-Komplex mit Biotitschiefergneisen, Marmoren, Kalksilikatfels und diskordanten Pegmatiten – weitgehend die rechte Flanke des Einzugsgebiets;
- Kliening-Komplex mit Schiefergneisen, Glimmerschiefern und Amphiboliten – ein großer Abschnitt der linken Flanke des Einzugsgebiets;
- Schiefergneiskomplex mit verschiedenen Schiefergneistypen und Amphibolit – beidseitige Hangbereiche des unteren Talabschnittes.

Die drei Einheiten werden durch mehr oder minder steilstehende, meist NW-SE- und N-S-verlaufende Störungszonen getrennt, wobei entlang dieser Störungen zum Teil breite Mylonitonen ausgebildet sein können. Die Biotitschiefergneis-Marmorabfolgen des Preims-Komplexes zeigen regional ein Einfallen gegen Südost; kleinregional sind Verfaltungen an querlaufenden Achsen (etwa NE-SW) zu beobachten.

Abb. 1: Geologische Übersicht Auenbach (Daten: Weissenbach, & Pistotnik 2000)

Fig. 1: Geological map, Auenbach Catchment (Source: Weissenbach & Pistotnik 2000)

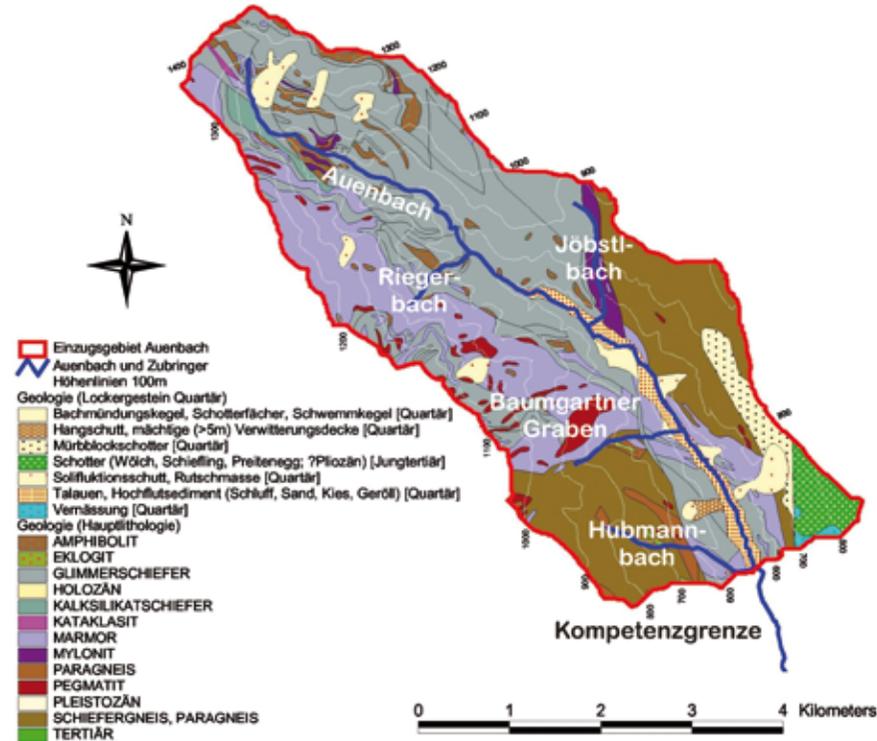
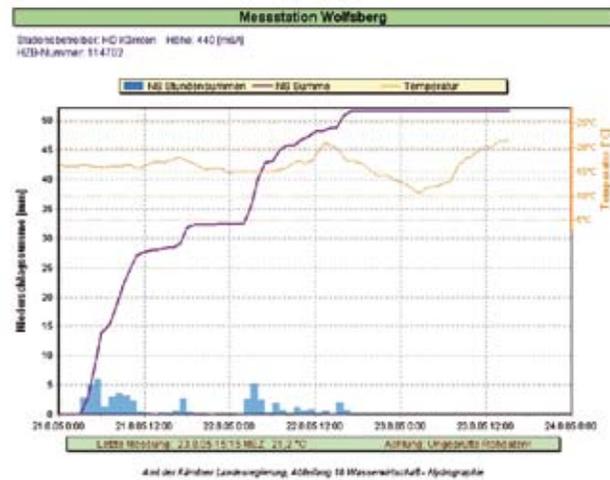


Abb. 2: Niederschlagsituation 21. bis 23. 8. 2005 - Messstation Wolfsberg (Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 18 Wasserwirtschaft/Hydrographie)

Fig. 2: Rainfall between August 21st - 23rd, 2005, (Source: Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 18 Wasserwirtschaft/Hydrographie)



und 95 mm (je nach Höhenlage) zu verzeichnen (Abb. 2). Die Schwerpunkte der Niederschläge lagen dabei jeweils in der ersten Tageshälfte. Diese Niederschläge führten in weiterer Folge im Auenbach zu Abflüssen bis 13 m³/sec (\pm 2 m³/sec). Dieser Wert entspricht nach

einem Bericht der Abt. 18 des Amtes der Kärntner Landesregierung (Wasserwirtschaft/Hydrographie) einem 7- bis 10-jährlichen Hochwasserereignis, das einerseits zu einem raschen Grundwasseranstieg (Kellerüberflutungen) führte, andererseits mehrere lokale Rutschungen und Vermurungen auslöste.

Das Ereignis vom 21. und 22. August 2005 im Riegerbach

Im Laufe des 21. und 22. August 2005 waren im Lavanttal aufgrund eines Adria-Tiefs mehrere Niederschlagsphasen mit Summen zwischen 55



Abb. 3: Teileinzugsgebiet Riegerbach, Rutschungsgebiet

Fig. 3: Subcatchment Riegerbach, location of the landslide

Eine der Massenbewegungen betraf dabei das rechtsufrige Einzugsgebiet Riegerbach im Bereich Wölling, in der Folge nach dem darin gelegenen, aufgelassenen Hof „Rieger“ auch als „Rutschung Rieger“ bezeichnet.

Nach Aussage des betroffenen Grundeigentümers (Bäk 2005) traten bereits am 21. 08. 2005 Zugrisse im Bereich des Wirtschaftsgebäudes des Herrn Baumgartner (vgl. Holsteiner) und in den umliegenden Wiesen auf (Abb. 3). Bis zum 27. 08. 2005 nahmen diese Zugrisse nach Längenausmaß und Höhenversatz zu.

Nach Alarmierung am 27. 08. 2005 erfolgte eine entsprechende Begehung und Begutachtung dieser Zugrisse. Am 30. 08. 2005 erfolgte eine weitere Alarmierung, wobei eine ausgedehnte Großrutschung westlich und nordwestlich des obigen Wirtschaftsgebäudes festgestellt wurde. Aus dieser Rutschung entwickelte sich eine Mure, die im Graben etwa 300 m vor der Einmündung in den Auenbach zum Stillstand kam.

Weitere Niederschläge im Zeitraum 27. und 28. 08. 2005 dürften der Grund für die Aktivierung der großen Massenbewegung (Rutschung Rieger) sein. Festzuhalten ist zusätzlich, dass auch in der Zeit vor dem Hochwasserereignis vom 21. und 22. 08. 2005 bereits eine Situation mit hoher Vorbefeuchtung vorlag.

Massenbewegung („Rutschung Rieger“)

Die Rutschung Rieger liegt im Bereich des Preim-Komplexes und erfasst die Marmor-Schiefergneis-Abfolge. Die Geländeaufnahmen im Zeitraum vom 7. bis 10. November 2005 erbrachten folgende Gliederung in der räumlichen Verteilung und dem Ablauf der Massenbewegung (Abb. 4):

1. Randlich der aktuellen Bewegung finden sich an mehreren Stellen Hinweise auf frühere Hangbewegungen (z.B. Ausstriche von Bewegungsflächen), die nicht in die aktuelle Massenbewegung miteinbezogen sind.

2. Abschnitte mit aktuellen Zugklüften – überwiegend im Bereich des Wirtschaftsgebäudes Baumgartner und den dort umliegenden Wiesen. Der Untergrund befindet sich noch im Verband, es haben weitgehend noch keine größeren Massenverlagerungen stattgefunden (etwa im Dezimeter-Bereich).
3. Der obere Bereich der aktuellen Massenbewegung besteht aus Rotationskörpern unterschiedlicher Größe (mehrere Meter bis mehrere Zehner-Meter). Innerhalb der Rotationskörper kann zum Teil der Gefügeverband noch erhalten sein (Sausgruber 2005). Die Schollenrotationen erfolgen sowohl mit dem Hang als auch antithetisch

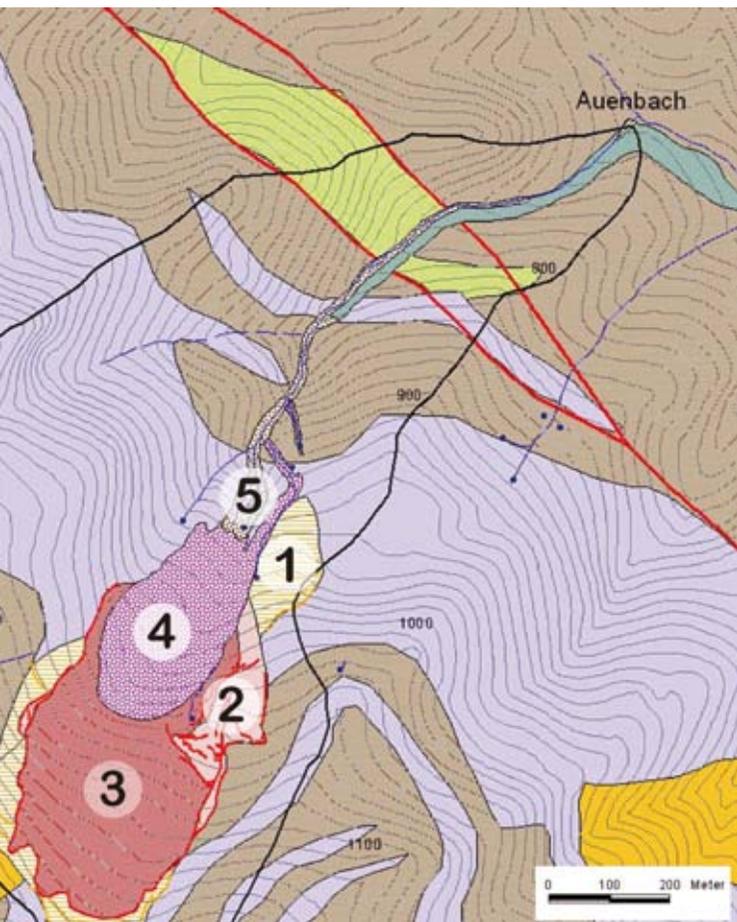


Abb. 4:
Unterteilung
der Massenbewegung
„Rieger“
(Bereiche 1-5)

Fig. 4: Sections
of different
movements
within the land-
slide (Section
1 to 5)

- gegen den Hang einfallend (Abb. 5). Die Schräglagen der jeweils mitrotierten Bäume visualisieren die Bewegungsrichtungen sehr deutlich. Die jeweiligen Absetzbeträge liegen zwischen Dezimeter bis mehrere Meter. Insgesamt summiert sich die Bewegungslänge in Fallrichtung auf etwa 40 Meter (kontrollierbar z.B. an Resten ehemaliger, querlaufender Güterwege).
4. Etwa auf der Höhe der Verebnungsfläche beim Wirtschaftsgebäude Baumgartner lösen sich – unterhalb einer etwa hangquer durchlaufenden Bewegungsfläche – die Schollen durch progressiven Bruch (Phasenübergang) fast vollständig auf. Die Massenbewegung geht in einen Erd-Schuttstrom über (Abb. 6).

5. An einer Steilstufe zwischen 910 und 950 ü. A. erfolgt der zweite Phasenübergang (Abb. 7, Abb. 8) – durch zusätzliche Wasserzutritte geht der Schuttstrom in eine Mure über. Nach der Verlangsamung der Bewegungsgeschwindigkeit des Haupt-Schuttstromes wird der Materialnachtransport zur Mure unterbrochen. Aus diesem Grund fehlt zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme Murmaterial unterhalb der Steilstufe auf etwa 50–80 m Länge.

Abb. 5:
Bereich 3:
Rotations-
schollen

Fig. 5:
Section 3:
Rotational
sliding part

Abb. 6:
Bereich 4:
Erd- oder
Schuttstrom

Fig. 6:
Section 4:
Earth flow



Abb. 7: Steilstufe mit Phasenübergang Schuttstrom → Mure

Fig. 7: Transition reach from earth flow to debris flow



Abb. 8: Bereich 5: Murgang

Fig. 8: Section 5: Debris flow

Hydrogeologische Situation

Aus der hydrogeologischen Kartierung und den obigen Messdaten ist für die Charakterisierung und Bewertung der Massenbewegung Folgendes abzuleiten (Pirkl 2005):

- Die Mineralisation (elektrische Leitfähigkeit) aller Quellen und Gerinne liegt innerhalb einer engen Spannweite und lässt auf eine überwiegende Prägung durch die Marmorserien schließen. Die Wassertemperaturen sind der Jahreszeit angepasst relativ tief und reagieren an manchen Punkten nur geringfügig auf die jeweilige Lufttemperatur.
- Die räumliche Verteilung der Quellhorizonte richtet sich in etwa an dem regionalen Einfallen der Serien aus. Zwei Haupthorizonte, die von West nach Ost absteigend verlaufen, sind zu beobachten: einer zwischen 1040 und 1090 ü. A. und der andere zwischen 850 und 950 ü. A.
- Der an zwei Tagen beobachtete Durchfluss am Bachunterlauf vor der Einmündung in den Auenbach liegt bei 7 l/sec. Das bedeutet eine Gebietsabflussspende (Größe des morphologischen Einzugsgebiets 873.000 m²) zum Messzeitpunkt von ca. 8 l/km². Der Gesamtabfluss der Quellgruppe östlich der Massenbewegung (im Hang oberhalb Hof mit Kote, 806 ü. A.) liegt ebenfalls bei ca. 7 l/sec – aber mit einem sehr kleinen morphologischen Einzugsgebiet von ca. 65.100m². Das ergäbe eine Gebiets-abflussspende von ca. 107 l/km². Diese Zusammenhänge geben einen ersten Hinweis auf karsthydrologische Phänomene im Bereich der Marmorserien, da die hydrologischen Einzugsgebiete mit den morphologischen nicht übereinstimmen. Zumindest das hydrologische Einzugsge-

biet der obigen Quellgruppe muss größer sein als das morphologisch abgrenzbare! Ein weiterer Hinweis ist die Tatsache, dass der tief eingeschnittene Graben nordwestlich der Massenbewegung auch bei Starkniederschlägen kaum Wasser führt (aus der aktuellen Ausbildung der Grabensohle ablesbar). Zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme war der Graben zur Gänze trocken; es gab auch keine Spuren auf einen möglichen Abfluss zum Zeitpunkt des Massenbewegungsereignisses. In einem Teil des Einzugsgebiets gibt es somit praktisch keinen Oberflächenabfluss.

- An der rechten Flanke der Massenbewegung treten an drei Stellen Quellen auf; wobei die mittlere wahrscheinlich ein Folgeaustritt von etwas oberhalb versickernden Wässern sein dürfte. Entlang der rechten Begrenzung der Massenbewegung hat sich im Anschluss an die Quellaustritte ein kleines Gerinne ausgebildet. Im unteren Abschnitt des Schuttstromes (Seitenast) verläuft das Gerinne auch innerhalb des Schuttmaterials.
- Am Ende des Hauptschuttstromes – an der Kante zur Steilstufe bei ca. 950 ü. A. – traten zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme noch Wässer aus dem Schuttstrom aus, aber nur im Ausmaß von insgesamt 1,5 l/sec. Im Bereich der Steilstufe findet sich ein Quellaustritt aus Klüften in anstehendem Marmor (bei mittlerer Baumgruppe in Abb. 7 mit einer Schüttung < 2 l/sec.
- Innerhalb des Grabens im Unterlauf verläuft das Gerinne aktuell zum Teil entlang der Seitenbegrenzung des Murmaterials, zum Teil auf dem Murmaterial.

Es kann somit davon ausgegangen werden, dass über Karstwege Bergwässer auch aus dem westlichen Abschnitt des Einzugsgebiets in den Bereich

der Massenbewegung übergeleitet werden. Weiters lässt die räumliche Verteilung der Quellgruppen im oberen Abschnitt der Massenbewegung darauf schließen, dass etwa im Übergangsbereich Rotationsschollen/Schuttstrom im Untergrund der Massenbewegung Quellaustritte situiert sind (waren). Zu prüfen wäre, ob durch einen Landschaftsnutzungswechsel auf der großen Grünlandfläche westlich der Rutschmasse (ehemaliges Gehöft Rieger) eine Verschiebung im Verhältnis Oberflächenabfluss/Versickerung eingetreten ist.

Aus der geologischen Karte sind nur die Großstrukturen der Verteilung der Gesteinslithologie ableitbar. Wie die Geländesituation zeigt, sind nur wenige aussagekräftige Untergrundaufschlüsse zu finden. Das liegt an der tiefgründigen Verwitterung aller Gesteinsserien. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass lokale und geringmächtige Wechsellagerungen zwischen Marmoren und Gneisen in der Geländekartierung kaum erfasst werden konnten. Darauf könnte (kann) nur indirekt geschlossen werden.

Im aktuellen, unteren Teil des Hauptschuttstromes sind knapp oberhalb der Steilstufe kleinräumig Blöcke von sehr dunklen Biotitgneisen bis Biotitlimmerschiefern zwischen fast reinen Marmorarealen zu finden. Möglicherweise sind das die Hinweise auf einen lokalen, relativen Stauhori-zont unter der Massenbewegung etwa im Bereich Phasenübergang Rutschmasse/Schuttstrom.

Gefahrenbeurteilung

Das im Gerinne des Riegerbaches liegende Murmaterial sowie die im oberen Bereich des Einzugsgebietes liegenden Rutschungs- und Schuttstrommassen sind keineswegs als stabil einzustufen. Ein Minimalszenario weist für diesen Bereich ein zu erwartendes Geschiebeangebot von etwa 16.000 m³ aus. Das im Maximalszenario mobili-

sierbare Geschiebeangebot aus diesen Bereichen beträgt etwa 180.000 m³.

Unter der Annahme, dass Murmaterial den Vorfluter erreicht, kann dieser zurückgestaut werden. Als Einstauhöhe werden 5 Meter und somit ein Speichervolumen von etwa 7.300 m³ angenommen. Durch rückschreitende Erosion wird der Damm innerhalb von 10 Minuten erodiert. Der aus diesem Dammversagen resultierende Schwall erreicht nach 6 Minuten einen Spitzenabfluss von etwa 33,5 m³/s (Abb. 9). Ein allfälliger Hochwasserabfluss aus dem hinteren Einzugsgebiet (HQ150: ~20 m³/s) ist dabei nicht berücksichtigt. Für die Fließstrecke bis zur Kompetenzgrenze zur BWV oberhalb der Stadt Wolfsberg (rund 5 km) wurde eine hydraulische Simulation mit Hydro AS-2d durchgeführt und die Energiehöhe für eine Rastergröße von 2,5 Meter als Grundlage für die Gefahrenzonenplanung verwendet.

Nach 12 Minuten hat sich der Speicher entleert, sodass nur mehr Basisabfluss zu verzeichnen ist. Die Welle erreicht die Kompetenzgrenze nach rund 35 Minuten, hat sich aber durch fließende Retention auf einen Maximalwert von etwa 6 m³/s verringert.

Schutzstrategie

Im Mündungsbereich des Riegerbaches, unmittelbar neben dem Auenbach, verläuft die einzige Verbindungsstraße durch das Auental. Um die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur und die Sicherheit der Bewohner des Auentals zu gewährleisten, waren Sicherungsmaßnahmen wegen eines möglichen Murreignisses zu treffen. Zuerst wurde die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur im Mündungsbereich des Riegerbaches durch periodische Beobachtung (Begehungen) des Bereichs der Mur-, Schuttstrom- und Rutschungsmassen etwa alle 12 Stunden gewährleistet. Da diese Beob-

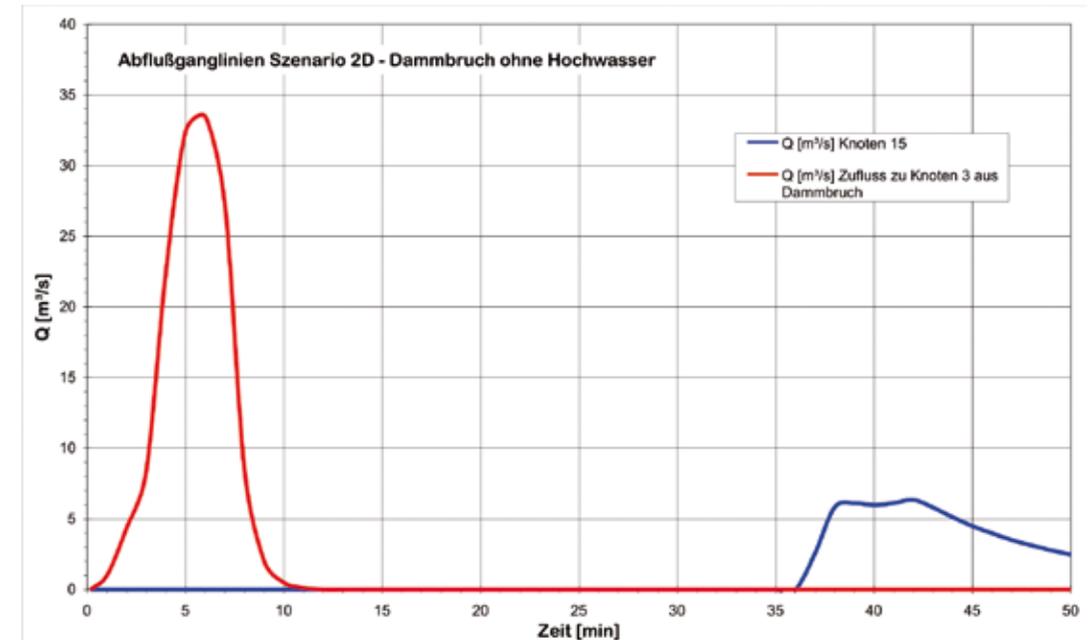


Abb. 9: Ganglinie Dambruch an der Mündung Riegerbach ohne Hochwasser

Fig. 9: Routing of the hydrograph from dam failure downstream

bachtungsmaßnahmen dauerhaft keine Beobachtung gewährleisten konnten, wurde vom Institut für Alpine Naturgefahren der BOKU Wien in Zusammenarbeit mit Ott-Hydrometrie ein automatisiertes Beobachtungs- und Warnsystem entwickelt und installiert. Dieses System stellt sowohl eine

sofortige Sperre der Straße im Mündungsbereich des Riegerbaches als auch eine sofortige Information der zuständigen Behörden über etwaige Bewegungen des im Bett des Riegerbaches lagernden Murmaterials sicher (Praschnig 2007). An einem Querprofil, etwa 600 m bachaufwärts



Abb. 10: Warnsystem etwa bei hm 6

Fig. 10: Warning system at about hm 6

des Mündungsbereiches, wird die Bewegung des dort lagernden Murmaterials registriert. Hierfür wurde ein Seil in einer maximalen Höhe von etwa 5 m entlang des Querprofils gespannt. Da nur eine Beobachtungsstelle entlang des Querprofils als nicht repräsentativ angenommen wurde, wurden in einem Abstand von etwa 2 m Schalter an dem Seil fixiert, an denen jeweils ein bis zur Geländeoberkante vertikal hängender Draht angebracht wurde. Jeder dieser Drähte war mit einem etwa 1 m langen am Boden liegenden Holzpfahl verbunden.

Die Schalter wurden mit einem Datenlogger verbunden, der die Steuerung der Ampelanlage im Mündungsbereich und ebenso die Absetzung von Informationen mittels einer GSM- und E-Mailsendeeinheit übernahm. Die Ampelanlage besteht aus zwei Ampeln, die in beide Richtungen der Verbindungsstraße vor dem Mündungsbereich installiert sind. Bei Bewegung eines Holzpfahles wird der jeweils verbundene Schalter ausgelöst. Dadurch wird eine Kurzmitteilung via GSM und ein E-Mail an die Bezirksverwaltung gesendet. Im Falle der Auslösung von zwei Schaltern erfolgt zusätzlich zur Information der Bezirksverwaltung eine Schaltung der an der Straße installierten Ampelanlage auf rot. Diese passive Maßnahme soll bis zur Umsetzung der derzeit in Planung stehenden aktiven Maßnahmen den Schutz der Anrainer sicherstellen. Als Bemessungsabfluss an der Kompetenzgrenze zur BWV wurde ein HQ100 von 46 m³/s, das entspricht einem HQ150 von 55 m³/s koordiniert. Um diesen Abfluss schadlos im Siedlungsbereich von Wolfsberg abführen zu können, sind Rückhaltmaßnahmen im Kompetenzbereich der WLW vorzusehen.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl
Institut für Alpine Naturgefahren
Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Strasse 82
1190 Wien

Dr. Herbert Pirkl
Plenergasse 5/27
1180 Wien

Literatur / References:

AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, Abt.18 Wasserwirtschaft/Hydrographie (2005):
Hochwasser vom 21. - 22.08.2005: Lavant, Auen- und Weißenbach - St. Paul, Wolfsberg, Kurzbericht vom 24.08.2005, Klagenfurt (unveröffentlicht)

PILGER, A. & SCHÖNENBERG, R. (1978):
GEOLOGISCHE KARTE DER SAUALPE, Nord (Kärnten), Geologische Bundesanstalt, Wien
Pirkl, H. (2005):
„Massenbewegung Rieger – Wölling; Auenbach / Gemeinde Wolfsberg“. Wien (unveröffentlicht).

WEISSENBACH, N. & PISTOTNIK, J. (2000):
Geologische Karte der Republik Österreich, M 1:50.000, Blatt 187 - Bad Sankt Leonhard im Lavanttal, Geologische Bundesanstalt, Wien

BÄK, R. (2005):
Geol. Stellungnahme Rutschung im Bereich KG Preims. Anwesen Erwin Baumgartner vlg. Holsteiner, Oberleidenberg 100, 9412 St.Margarethen, Amt der Kärntner Landesregierung, UA Geologie und Bodenschutz, Klagenfurt (unveröffentlicht)

PRASCHNIG, C. (2007):
„Grundlagenerhebung für die Gefahrenzonenplanerstellung am Auenbach im Lavanttal“. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)

SAUSGRUBER, Th (2005):
Rutschung Rieger (Auenbach), Stadtgemeinde Wolfsberg.-Stellungnahme v. 21.09.2005, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Geologische Stelle, Innsbruck



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

NEU - NEU - NEU - NEU



»RQ-24«
Berührungslose
Abflussmessung
mit Radar-
technologie

sommer
MESS-SYSTEMTECHNIK

Sommer Mess-Systemtechnik

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

Spezielsensork · Beratung · Planung
Anlagenbau · Systemintegration



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

DIPL. ING. THOMAS PERZ

www.perzplan.at

2630 Ternitz
8600 Bruck/Mur

office@perzplan.at
bruck@perzplan.at

Tel: 02630-35105
Tel: 03862-52818



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

... ROHSTOFF FÜR DIE ZUKUNFT

CHRISTOF SEYMANN, MARINA RAUTER

Projekt Naturgefahren Kärnten Interdisziplinäre Methoden und neue Geodaten für ein effizientes Risikomanagement im alpinen Raum

Natural Risk Management in Carinthia Interdisciplinary methods for risk management in Alpine regions

Zusammenfassung:

Das Projekt Naturgefahren Kärnten wurde bereits im Jahre 2004 ins Leben gerufen. Nach erfolgreichem Abschluss der ersten Projektphase, welche im wesentlichen die Aufbereitung der digitalen Basisdaten wie Geländemodelle, Gewässernetze, Orthofotos etc. zum Inhalt hatte, startete im Jänner 2007 die Fortsetzung des Projektes mit dem Schwerpunkt der Gefahren- und Risikoanalyse. Im folgenden Artikel werden die Motivation für das Projekt Naturgefahren Kärnten erklärt und als Teilprojekt die Erstellung des Schutzgüterkataloges beschrieben, welcher in der Risikoanalyse verwendet wird. Für die Risikoanalyse werden die vorangehende Gefahren- und Expositionsanalyse näher erläutert. Der Artikel gibt einen Überblick über die durchgeführten Arbeiten zur Methodenentwicklung einer Risikoabschätzung im Bereich der Wildbach- und Lawinenverbauung.

Summary:

The interdisciplinary project Natural Risk Management in Carinthia started in January, 2004. After the conclusion of the first project phase, which focused on the processing of digital geodata sources like digital terrain models, water distribution networks and orthophotos, the project continued in January 2007 with emphasis on hazard and risk analysis. The following article describes the motivation of the Natural Risk Management in Carinthia project and the development of the interdisciplinary protected property catalogue. Furthermore, the hazard and exposition analysis as well as the implementation of the risk analysis are introduced. The article gives an overview of the methods applied for risk assessment of the torrent and avalanche control.

Motivation zum Projekt Naturgefahren Kärnten

Ereignisse wie der Lawinenwinter 1999 sowie die Hochwässer in den Jahren 2002, 2005 und 2009 rufen uns die Gegenwart von Naturkatastrophen jeglicher Art immer wieder ins Bewusstsein. Um durch eine vorausschauende Planung Schäden zu vermeiden, startete bereits im Jänner 2004 das Projekt Naturgefahren Kärnten (NGK) mit dem Ziel eine gemeinsame Datengrundlage zur Bewertung und Analyse von alpinen Naturgefahren zu schaffen. Durch die Zusammenarbeit von Experten der Abteilungen Wasserwirtschaft, Geologie und Bodenschutz, Forstwesen und Raumplanung der Kärntner Landesregierung sowie des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Kärnten, und dem Studienbereich Geoinformation der Fachhochschule Kärnten wurden Doppelgleisigkeiten in der Datenhaltung beseitigt und eine flächendeckende, digitale Geodateninfrastruktur in der ersten Projektphase in den Jahren 2004 bis 2006 aufgebaut (Paulus et al. 2004). Der positive Abschluss dieser Projektphase, in der unter anderem Detailprojekte wie die Neuberechnung von Gewässereinzugsgebieten unter Berücksichtigung der Wildbacheinzugsgebietsverordnung, die Erstellung einer digitalen geologischen Karte und einer Karte der Phänomene, die flächendeckende Digitalisierung von Gefahrenzonenplänen und Flächenwidmungsplänen, die Methodenentwicklung zur Berechnung potenzieller Lawinenabbruchgebiete (Rauter et al. 2006), die Abschätzung des Schutzwirkungspotenziales des Waldes sowie die Implementierung einer interdisziplinären Gefahrenhinweiskarte auf Basis von standardisierten, OGC¹-konformen Webkartendiensten behandelt wurden, führten zu einer Fortsetzung des Projektes (Landesplanung Kärnten 2006). In der zweiten Projektphase, welche im Jänner 2007 startete und im Frühjahr 2010

¹ Open Geospatial Consortium

abgeschlossen wird, wurde als Schwerpunkt die sektorale und interdisziplinäre Gefahren- und Risikoanalyse gesetzt (Abb.1).

Die Detailprojekte der zweiten NGK Phase umfassen:

1. Verdichtung der Basisdaten
2. Entwicklung von Werkzeugen zur Integration von Laserscandaten
3. Erstellung eines interdisziplinären Schutzgüterkataloges
4. Gefahrenanalyse zur sektoralen und interdisziplinären Intensitätsabschätzung von Naturgefahren
5. Risikoanalyse zur Abschätzung des Risikopotenzials
6. Risikokommunikation
7. Öffentlichkeitsarbeit zur Bewusstseinsbildung

Im Weiteren wird auf die Schwerpunkte Schutzgüterkatalog und Gefahren – und Risikoanalyse im Detail eingegangen.



Abb. 1: Inhaltliche Gliederung des Projektes Naturgefahren Kärnten (Projektphase 1 und 2)

Fig. 1: Outline of the Natural Risk Management project (project phases 1 and 2)

Die Risikoanalyse ist ein systematisches Verfahren, um ein Risiko hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Naturereignisses (Gefahrenanalyse), der Präsenzwahrscheinlichkeit (Expositionsanalyse) und des Schadensausmaßes (Konsequenzenanalyse) zu charakterisieren und

wenn möglich zu quantifizieren. Die Risikoanalyse gibt Antwort auf die Frage „Was kann passieren?“ (EconoMe 2007, Borter 1999). Um diese Frage zu beantworten müssen im Vorfeld die Fragen nach der Wahrscheinlichkeit und Intensität von Gefahren und das Vorhandensein von Objekten geklärt werden. Erst dann kann durch die Bestimmung von Schadempfindlichkeiten ein Schadensausmaß ermittelt werden. Im Folgenden werden die im Zuge des Projektes Naturgefahren Kärnten durchgeführten Detailprojekte Erstellung eines Schutzgüterkataloges, räumliche Differenzierung der Intensitäten der Gefährdungsprozesse sowie eine Methodenentwicklung zur Risikoabschätzung gegeben.

Erstellung eines interdisziplinären Schutzgüterkataloges

Aufgrund der unterschiedlichen Festlegung von Schutzgütern in den Bereichen Wildbach- und Lawinerverbauung (BMLFUW 2005, S.19), Schutzwasserwirtschaft (BMLFUW 2009) sowie Forstwesen (BMLFUW 2006, S.37/38) definierte die NGK-Arbeitsgruppe als primäres Ziel vor der Durchführung einer Risikoanalyse die Erstellung eines gemeinsamen Schutzgüterkataloges. Unter dem Begriff Schutzgüter werden Objekte verstanden, die von der Rechtsordnung geschützte Güter des Einzelnen (bspw. Leben oder Eigentum) oder der Allgemeinheit sind (vgl. Wasser-Wissen 2009).

Der Erstellung des interdisziplinären Schutzgüterkataloges geht eine umfassende Analyse der vorhandenen digitalen geografischen Daten voraus, da eine automatisierte Expositionsanalyse nur dann sinnvoll ist, wenn auch entsprechende Datengrundlagen flächendeckend verfügbar sind. Die Schutzgüter werden in einem ersten Schritt in die Hauptkategorien Gebäude, Verkehrswege/Infrastruktur, Ver-/Entsorgung und Land- und Forstwirtschaft eingeteilt.

Ein aktueller Gebäudelayer wurde im Zuge des NGK-Projektes auf Basis von Orthofotos der Befliegungen aus den Jahren 2006/2007 berechnet. Dabei wurden durch Segmentierung und Klassifizierung der Orthofotos Gebäudepolygone mit einer Mindestgrundfläche von 60m² ausgewiesen. Die Gebäudepolygone haben nach der Ausweisung jedoch keine weiteren Attribute wie zum Beispiel eine Adresse enthalten. Um eine Attributierung durchzuführen und in weiterer Folge eine Unterteilung des Schutzgutes Gebäude zu erhalten, wird der Gebäude-und-Wohnregister-(GWR-) Punktdatensatz der Statistik Austria verwendet. Außerdem werden Herold-Adresspunkte sowie Verortungspunkte von Schulen herangezogen, um durch räumliche Analysen (z.B.: Spatial Join) eine Zuordnung von Punktdaten zu den Gebäudepolygonen zu erreichen (Abb. 2). Ungenauigkeiten des GWR-Punktdatensatzes können dabei zu nicht zuordenbaren Adresspunkten führen, wodurch Gebäudepolygone keine Attributzuordnung erhalten. Eine Verbesserung der Basisdaten (Lagegenauigkeit der Adressdaten, Aktualität der Daten) wäre hier für eine genauere Gebäudeklassifizierung erforderlich.

Die Kategorie Gebäude kann nach Zuordnung von GWR-Adresspunkten in folgende Klassen untergliedert werden:

- Gebäude mit einer Wohnung
- Gebäude mit zwei oder mehreren Wohnungen
- Wohngebäude für Gemeinschaften
- Industrie- und Gewerbeobjekte
- Tourismus
- Öffentliche Einrichtungen
- Mehrfachnutzung
- Sonstige (zugeordneter GWR-Punkt)
- Sonstige (ohne zugeordnetem GWR-Punkt)

In die Kategorie Verkehrswege und Infrastruktur fallen Straßen, welche sich wiederum in Landesstraßen B, Landesstraßen L sowie Gemeindestra-



Abb. 2: Darstellung der Gebäudepolygone aus der Orthofotoklassifizierung und der GWR-Punkte (gelbe Punkte). Die GWR-Punkte werden durch räumliche Analyse den Gebäudepolygonen zugeordnet.

Fig. 2: Illustration of the building layer (calculated on the basis of a rectified image classification) and address points (yellow points). The address points are attributed by means of a spatial analyse to the buildings.

ßen unterteilen, sowie Bahnlinien. Brücken sind in den Datensätzen separat ausgewiesen und werden ebenfalls als Schutzobjekt aufgenommen. Zur Ver- und Entsorgung werden Stromleitungen und Stromanlagen sowie Anlagen der Wasserversorgung und Entsorgung gezählt, welche im Wasserinformationssystem (WIS) (Däubler & Piechl 2005) enthalten sind. Als Datensatz für land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen steht die landschaftsräumliche Gliederung Kärntens zur Verfügung.

Gefahrenanalyse

In der Gefahrenanalyse werden die vorhandenen Gefahren identifiziert und die Art (der Prozess), die Ausdehnung und der Grad der Gefährdung

bestimmt. Die Antwort auf die Frage „Wo tritt mit welcher Wahrscheinlichkeit und Intensität eine Gefahr auf?“ wird durch die Gefahrenzonendarstellung beantwortet. Bei der Gefahrenzonplanung werden der Prozess, die Ausdehnung und der Grad der Gefährdung bestimmt. Bei den alpinen Naturgefahren wird zwischen Wasser-, Schnee-, Sturz- und Rutschprozessen unterschieden. Wasserprozesse lassen sich weiter untergliedern in Hochwasser, fluvialer Feststofftransport, murartiger Feststoff-

transport und Murgang (Interpraevent 2009).

In den Gefahrenzonplänen der Wildbach- und Lawinerverbauung werden dabei die Ausdehnung und die Gefährdung durch Wasser- und Schneeprozesse dargestellt. Zu diesen Prozessarten kommen bei einer interdisziplinären Gefahrenanalyse aus dem Bereich des Schutzwasserbaus der Wasserprozess Hochwasser sowie aus dem Bereich der Geologie Sturz- und Rutschprozesse hinzu.

Erst wenn durch einen Gefahrenprozess ein Schutzgut gefährdet wird, entsteht ein Risiko. Dazu werden die Häufigkeit des Eintretens und die Intensität des Gefahrenprozesses beurteilt und daraus das Wirkungsgebiet abgegrenzt (Borter 1999). Wobei bei Wildbachgefahrenzonen und Lawinengefahrenzonen das Eintreten eines

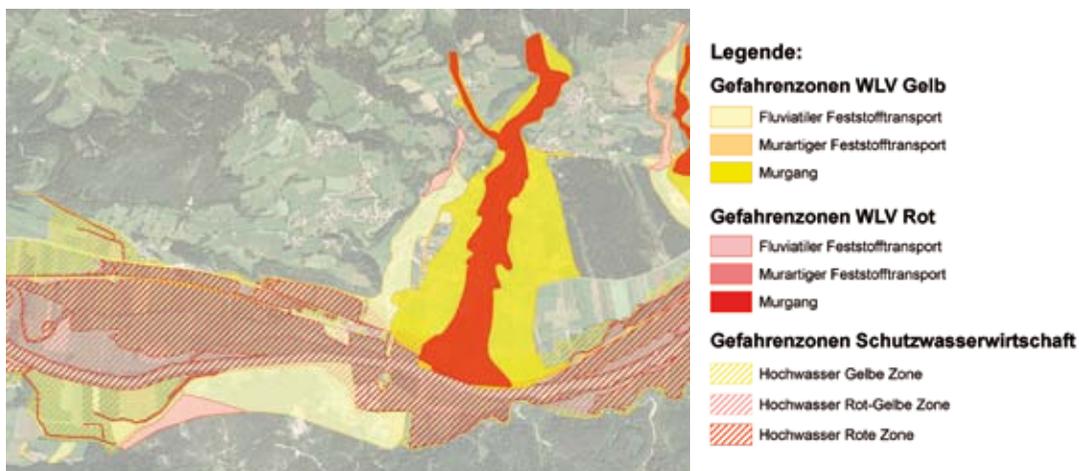


Abb. 3: Darstellung der Wasserprozesse im Bereich Dellach/Drau (Kärnten)

Fig. 3: Presentation of water processes in Dellach/Drau (Carinthia)

150-jährigen Ereignisses für die Ausweisung von Relevanz ist. Zu beachten ist jedenfalls, dass die Gefahrenzonen aus dem Schutzwasserbau einem 100-jährlichen Ereignis entsprechen. Zudem gibt es in der Geologie bis heute im Gegensatz zu WLW und Schutzwasserwirtschaft keine gültigen Kriterien und Richtlinien für die Ausweisung von Gefahrenzonen.

Expositionsanalyse

Die Expositionsanalyse gibt Aufschluss über die Art und die Präsenz von gefährdeten Objekten und beantwortet die Frage: „Welche Objekte sind gefährdet?“.

Für die Expositionsanalyse werden die im interdisziplinären Schutzgüterkatalog definierten Objekte mit den Gefahrenzonen überlagert und ausgewertet. Die Analysen wurden vorerst sektoral durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analysen der Wildbach- und Lawinenverbauung näher betrachtet.

Durch die räumliche Verschneidung der verschiedenen Prozessdarstellungen und der Schutzgüter werden jene Objekte extrahiert, für welche eine Gefahr durch eine bestimmte

Prozessart z.B. Murgang besteht. Die Analysen werden jeweils für Punkt- (z.B. Stromanlagen), Linien- (z.B. Straßen und Stromleitungen) und Flächenobjekte (z.B. Gebäude) durchgeführt. Das Hauptaugenmerk ist dabei auf den Gebäudelayer gerichtet. Bei den Analysen ist zu beachten, dass für ein Objekt eine Gefahr durch mehrere gleiche oder verschiedene Prozessarten bestehen kann. So kann sich bspw. ein Gebäude in der Roten Zone eines Murgangprozesses sowie in der Gelben Zone eines Hochwasserprozesses befinden. In solchen Fällen ist die mehrfache Gefahr und in weiterer Folge das erhöhte Risiko durch alle Prozesse zu berücksichtigen.

Tab. 1 zeigt die Auswertung der betroffenen Gebäude in der Gemeinde Dellach/Drau (Kärnten). Von insgesamt 829 Gebäuden – hier wurden die Gebäudepolygone der Orthofotoklassifizierung attribuiert mit den GWR-Punkten als Gebäudedatensatz verwendet – befinden sich 374 Gebäude (45,1% aller Gebäude in der Gemeinde) in einer Gefahrenzone, 61 Gebäude davon in der Roten und 313 Gebäude in der Gelben Gefahrenzone. 35 Gebäude (4,2% aller Gebäude in der Gemeinde) sind durch Prozesse verschiedener Einzugsgebiete betroffen. Das Ergebnis bei

der Unterteilung der Gebäude in die zwei Klassen Wohn- und Nebengebäude sowie Öffentliche Bauten, Gewerbe, Industrie und Fremdenverkehr ist in Abb. 4 zu sehen.

Gebäudeanzahl gesamt	829
In WLW-Gefahrenzonen	374
davon in GZ Rot:	61
davon in GZ Gelb:	313
einfach gefährdet:	339
in GZ Rot	59
in GZ Gelb	280
mehrfach gefährdet	35
in GZ Rot mehrerer Einzugsgebiete	1
in GZ Gelb mehrerer Einzugsgebiete	33
in GZ Rot und GZ Gelb verschiedener Einzugsgebiete	1

Tab. 1: Expositionsanalyse der Gebäude (Dellach/Drau, Kärnten)

Tab. 1: Exposition analysis of the building layer (Dellach/Drau, Carinthia)

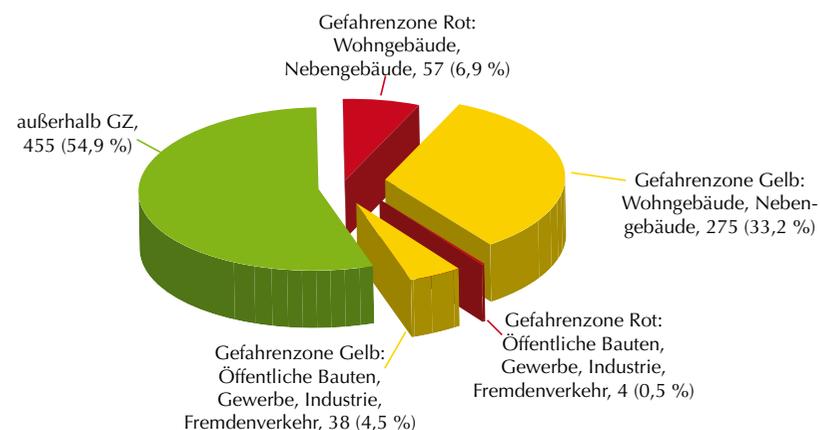


Abb. 4: Verteilung der Gebäudeklassen in den Gefahrenzonen (Angaben absolut und in Prozent)

Fig. 4: Distribution of different building classes in the hazard zones (absolute values and percentage)

Risikoanalyse

Quantifizierte Aussagen über die Auswirkungen von alpinen Naturgefahren werden durch die Risikoanalyse getroffen. Dabei ist neben der Gefahren- und Expositionsanalyse auch das Schadensausmaß zu bestimmen. Das Schadensausmaß („Mit welchen Schäden ist zu rechnen?“) ist ein Wert zwischen 0 (kein Schaden) und 1 (totale Zerstörung), der sich aus dem Wert und der Vulnerabilität (Verletzlichkeit, Schädensempfindlichkeit) eines betrachteten Objektes sowie der Präsenzwahrscheinlichkeit im Falle von beweglichen Objekten errechnet (Keiler & Fuchs 2008, Hübl et al. 2009).

In der Kosten-Nutzen-Untersuchung der Wildbach- und Lawinenverbauung (BMLFUW 2005) werden die Schädensempfindlichkeiten für Gebäude und sonstige Schutzgüter für die Prozesse Hochwasser, Geschiebe/Mure (fluviatiler oder murartiger Feststofftransport sowie Murgang) und Lawinen für die zwei Intensitätsstufen rot und gelb angegeben. Diese Werte werden für die Ermittlung des Schadenpotenzials in der Unters-

suchungsgemeinde verwendet. Multipliziert man die Anzahl der gefährdeten Gebäude der einzelnen Prozesse mit den in Tab. 2 angegebenen Schädensempfindlichkeitswerten, erhält man als Ergebnis quantifizierte Aussagen über das Schadenpotenzial. Somit werden beim Eintreten von 150-jährigen Bemessungsereignissen in der Gemeinde Dellach/Drau durch flu-

Schadensempfindlichkeit Gebäude						
Prozess	Hochwasser		Geschiebe/Mure		Lawine	
	Gelb	Rot	Gelb	Rot	Gelb	Rot
Gefahrenzone						
Gebäudestruktur						
Wohngebäude, Nebengebäude	0,05	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5
Öffentliche Bauten, Gewerbe, Industrie, Fremdenverkehr	0,1	0,3	0,2	0,5	0,2	0,5

Tab. 2: Schadensempfindlichkeit von Gebäuden aus BMLFUW (2005)

Tab. 2: Vulnerability of buildings (BMLFUW 2005)

viatilen oder murartigen Feststofftransport sowie Murgang bei der Intensitätsstufe rot 17,4 Wohn- und Nebengebäude sowie zwei öffentliche Gebäude, und in der Intensitätsstufe gelb 30,1 und 9,2 Gebäude total zerstört. Insgesamt entspricht das Schadenspotenzial im Zeitraum von 150 Jahren dem Gesamtwert von 58,2 Gebäuden.

Zusammenfassung und Ausblick

In der zweiten Projektphase des Projektes Naturgefahren Kärnten wurde ein Schwerpunkt in der Gefahrenanalyse und Risikoanalyse gesetzt. Die Erstellung eines interdisziplinären Schutzgüterkataloges auf Basis vorhandener Datensätze ist dabei ein wesentlicher Schritt zur Durchführung einer Disziplinen-übergreifenden Risikoanalyse. Die beschriebenen Analysen wurden bis dato für ein definiertes Testgebiet durchgeführt, eine Anwendung auf das gesamte Bundesland Kärnten wird für das Frühjahr 2010 geplant. Des Weiteren wird derzeit an der Zusammenführung der sektoralen Ergebnisse gearbeitet. Die Erfahrungen aus dem Projekt Naturgefahren Kärnten fließen in das AdaptAlp-Projekt (Detailprojekt WP 5) ein. Dabei wird eine Risikoolbox zur Ermittlung des Risikos durch einzelne Prozessarten entwickelt.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Christof Seymann, DI (FH) Marina Rauter
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Kärnten
Meister-Friedrich-Str. 2
9500 Villach
E-Mail: christof.seymann@die-wildbach.at
marina.rauter@die-wildbach.at

Literatur / References:

BMLFUW 2009:
Kosten-Nutzen-Untersuchungen im Schutzwasserbau, Richtlinie. Wien. Bundesministerium für Land – und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasser.

BMLFUW 2006:
Waldentwicklungsplan – Richtlinie über Inhalt und Ausgestaltung – Fassung 2006. Wien. Bundesministerium für Land – und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Forstwesen.

BMLFUW 2005:
Richtlinie für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Priorisierung von Maßnahmen der Wildbach – und Lawinenverbauung gemäß § 3 Abs. 2 Z 3 Wasserbautenförderungsgesetz 1985. Wien. Bundesministerium für Land – und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Forstwesen.

BORTER, P. (1999):
Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren – Methode. Umweltmaterialien Nr. 107/1, Herausgeber: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

DÄUBLER, C.; PIECHL, T. (2005):
Wasserwirtschaftliches Informationssystem – Eine Software-Lösung für fünf Bundesländer. In: Strobl, Blaschke, Griesebener (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XVII – Beiträge zum AGIT Symposium, Salzburg.

ECONOME 2007: -
Glossar Version 5.0 zur Software EconoMe 1.0 <http://www.econome.admin.ch/glossar.php> besucht am 18.11.2009, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; Bundesamt für Umwelt BAFU

HÜBL, J.; KEILER, M.; FUCHS, S. (2009):
Risikomanagement für alpine Naturgefahren. In: Wildbach – und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlag-schutz; 73. Jahrgang, Juni 2009, Heft Nr.163

Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT (Hrsg.) 2009:
Alpine Naturgefahren: Lawinen-Muren-Felsstürze-Hochwässer. Leopold Stocker Verlag.

KEILER, M.; FUCHS, S. (2008):
Variabilität des Schadenpotentials- Methodik im Rahmen des integralen Risikomanagement. Conference Proceedings INTERPRAEVENT 2008, S.371-382., Dornbirn.

LANDESPLANUNG KÄRNTEN (2006):
Naturgefahren Kärnten – Expertensymposium. Herausgeber: Amt der Kärntner Landesregierung / Landesplanung.

PAULUS, G.; BÄK, R.; FLASCHBERGER, G.; GRUBER, K.; PIECHL, T.; SE-REINIG, N.; SEYMANN, C. (2004):
A Conceptual Framework for Natural Risk Management in Carinthia, Austria. Tagungsband e-Environment: Progress and Challenge, Research on Computing Science, Mexico, 219-226.

RAUTER, M.; PAULUS, G.; SEYMANN, C. (2006):
GIS-gestützte Analyse zur Berechnung potenzieller Lawinenabbruchgebiete. In: Strobl, Blaschke, Griesebner (2006): Angewandte Geoinformatik 2006 – Beiträge zum 18. AGIT-Symposium, Salzburg.

WASSER-WISSEN 2009:
Wasser-Wissen-Lexikon für Wasser und Abwasser. Institut für Umwelt-verfahrenstechnik, Universität Bremen <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/s/schutzgueter.htm> besucht am 18.11.2009



TRUMER
Schutzbauten
GmbH

- Steinschlagschutz
- Lawinenschutz
- Fels- und Hangsicherung





SICHERHEIT DURCH KOMPETENZ

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

MARINA RAUTER, CHRISTOF SEYMANN

Die Maßnahmendatenbank als Dokumentationsinstrument für die Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken gemäß ONR 24803 am Beispiel des Pöllingerbaches im Gegendtal

Protection works database as a documentation instrument for recording and validating data according to ONR 24803 (example of Pöllingerbach)

Zusammenfassung:

Um den Bestand von Schutzbauten der Wildbach- und Lawinenverbauung zu dokumentieren sowie den bautechnischen Zustand der Bauwerke zu erfassen und auszuwerten, wurde von der Sektion Kärnten ein geografisches Informationssystem in Auftrag gegeben. Durch laufende Erweiterungen ist in der sogenannten Maßnahmendatenbank bereits ein großer Teil der Anforderungen der ONR 24803 umgesetzt. Im folgenden Artikel werden die Intention, die Funktionalität und mögliche Ergebnisse der Maßnahmendatenbank beschrieben.

Summary:

A geographical information system was introduced by the Austrian service for Torrent and Avalanche Control, Carinthia, not only to document the current torrent protection structure situation but also to evaluate the condition of the structures. This adaptation implemented most ONR 24803 specifications. The following article deals with the intention, functionality and possible outcomes of the torrent protection structure information system.

1. Einleitung

Seit der Gründung der Wildbach- und Lawinenverbauung im Jahre 1884 wird in Österreich eine systematische Verbauung an Wildbächen durchgeführt. Allein im Bundesland Kärnten sind in diesen 125 Jahren eine große Anzahl von Bauwerken zum nachhaltigen Schutz vor den alpinen Naturgefahren Wildbach, Lawine, Steinschlag und Rutschung errichtet worden. Dank der detaillierten Dokumentation der Verbauungstätigkeit in Form von Ausführungsnachweisen, Lageplänen und Fotografien stehen zum jetzigen Zeitpunkt genaue Informationen über die Art der Verbauung und die Lage der einzelnen Bauwerke zur Verfügung. Im Gegensatz dazu sind jedoch Veränderungen des bautechnischen Zustandes eines Bauwerkes sowie deren Funktionserfüllung bis heute nicht systematisch erfasst und dokumentiert. Um erstens eine Erfassung aller Bauwerke in Kärnten durchzuführen sowie zweitens deren Zustand und Funktionserfüllung abzurufen, wird ein geeignetes Instrumentarium zur Dokumentation und Auswertung benötigt. In Kärnten wurde bereits im Jahre 2005 die Entwicklung eines geografischen Informationssystems (GIS) zur Erfassung, Speicherung und Analyse von Bauwerken in Wildbacheinzugsgebieten begonnen.

Etwa zur gleichen Zeit wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft der

Auftrag zur „Entwicklung von Standards und Methoden für die Zustandserfassung und Zustandsbewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung“ gegeben, welcher vom Institut für konstruktiven Ingenieurbau (Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren) erarbeitet wurde. Ein Ergebnis dieses Auftrages umfasst detaillierte Umsetzungsvorschläge zur ÖNORM-Regel (ONR) 24803: Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung, welche im Februar 2008 veröffentlicht wurde.

Die Entwicklung des geografischen Informationssystems zur Dokumentation des Bauwerkbestandes und des Bauwerkszustands (Maßnahmendatenbank) der Sektion Kärnten wurde ohne die Vorgaben der ONR 24803 durchgeführt, beim inhaltlichen Vergleich wurde jedoch festgestellt, dass ein großer Teil der Parameter übereinstimmte. Im Folgenden wird die Maßnahmendatenbank als Anwenderdatenbank der ONR 24803 detailliert beschrieben.

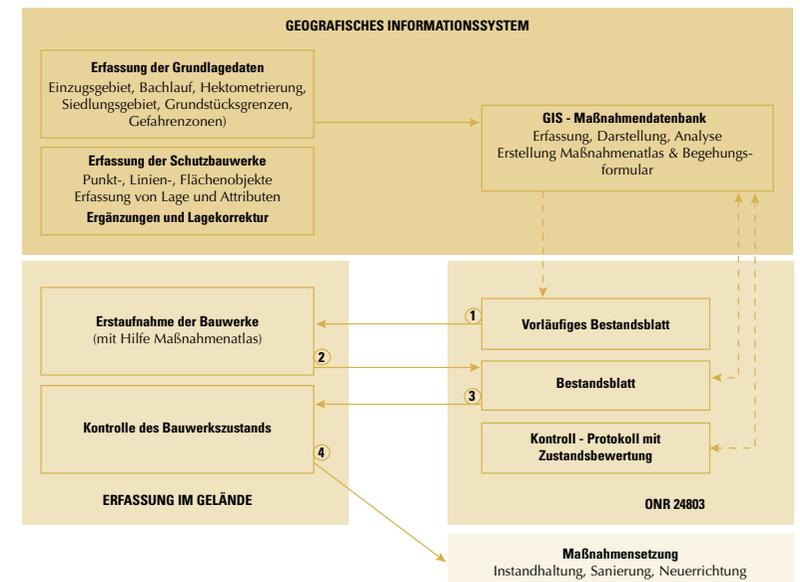


Abb. 1: Schematische Darstellung des Arbeitsablaufes zur Erfassung, Dokumentation und Bewertung von Bauwerken

Fig. 1: Schematic representation of the work process to record, document and evaluate constructions

2. Entstehung der Maßnahmendatenbank

Der erste Schritt in Richtung Entwicklung der Maßnahmendatenbank in der Sektion Kärnten wurde bereits im Jahre 2005 durch die Beauftragung der Regionalstudie des Stockenboierbachs gesetzt. Im Zuge der Regionalstudie entstand der erste Prototyp eines Systems zur Erfassung und Dokumentation von Bauwerken der Wildbach- und Lawinerverbauung. Seit 2005 wurde das geografische Informationssystem kontinuierlich weiterentwickelt und angepasst, nicht zuletzt nach der Veröffentlichung der ONR 24803.

3. Die Maßnahmendatenbank im Detail

Bevor der Zustand von Bauwerken bewertet werden kann, muss eine Aufnahme der Bauwerke in die Maßnahmendatenbank erfolgen. Erst dann ist es sinnvoll mit Hilfe von Formblättern und eines erstellten Kartenwerkes eine Begehung im Gelände durchzuführen und in weiterer Folge die Ergebnisse auszuwerten und eine Maßnahmensetzung einzuleiten (Abb.1).

Datensatz	Bemerkung
Dokumentation	
Ausführungsnachweise	Erstellung nach Errichtung der Bauwerke
Lagepläne	erstellt für die durchzuführende Kollaudierung
Geografische Daten	
Einzugsgebiete und Gewässernetz	wurden auf Basis des 10-Meter-Höhenmodells und des digitalen Landschaftsmodell im Jahr 2004 berechnet
Digitaler Kataster	steht aus den Jahren 2004 und 2007 für Kärnten zur Verfügung
Schichtenlinien	abgeleitet aus digitalem Höhenmodell 10 Meter
Digitales Höhenmodell 10 Meter	Rasterformat (tw. Berücksichtigung von Bruchkanten)
Laserscan	Laserscan-Befliegungen wurden bis dato für ca. 10% des Bundeslandes durchgeführt
Farborthofoto	stehen von den Befliegungen 2002 und 2006/2007 zur Verfügung
ÖK50	österreichische topografische Karte im Maßstab 1:50.000

Tab. 1: Datengrundlagen für die Erfassung von Bauwerken

Tab. 1: Data basis for recording constructions

3a) Vorbereitung

Vor der digitalen Erfassung von Schutzbauwerken werden die Grundlagedaten zusammengespielt und für die Eingabe vorbereitet. Die zur Verfügung stehenden Daten in Kärnten sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Das Gewässernetz sowie die Einzugsgebiete wurden im Jahr 2004 auf Basis des digitalen Höhenmodells (DHM) sowie des digitalen Landschaftsmodells berechnet. Durch die Auflösung des DHM mit 10 Metern sowie die Übernahme der Gewässerlinien aus dem bereits generalisierten digitalen Landschaftsmodell ergeben sich Lagegenauigkeiten und Fehler im Gewässernetz. Diese werden vor der Eingabe von Bauwerken korrigiert. Somit steht ein auf Orthofotobasis bzw. wenn vorhanden auf Basis von Laserdaten korrigiertes Gewässernetz der bereits bearbeitenden Einzugsgebiete zur weiteren Verfügung.

3b) Erfassung der Bauwerke

Die Eingabe der Bauwerke erfolgt mit der Software ArcGIS ArcMap 9.2. Die für die Digitalisie-

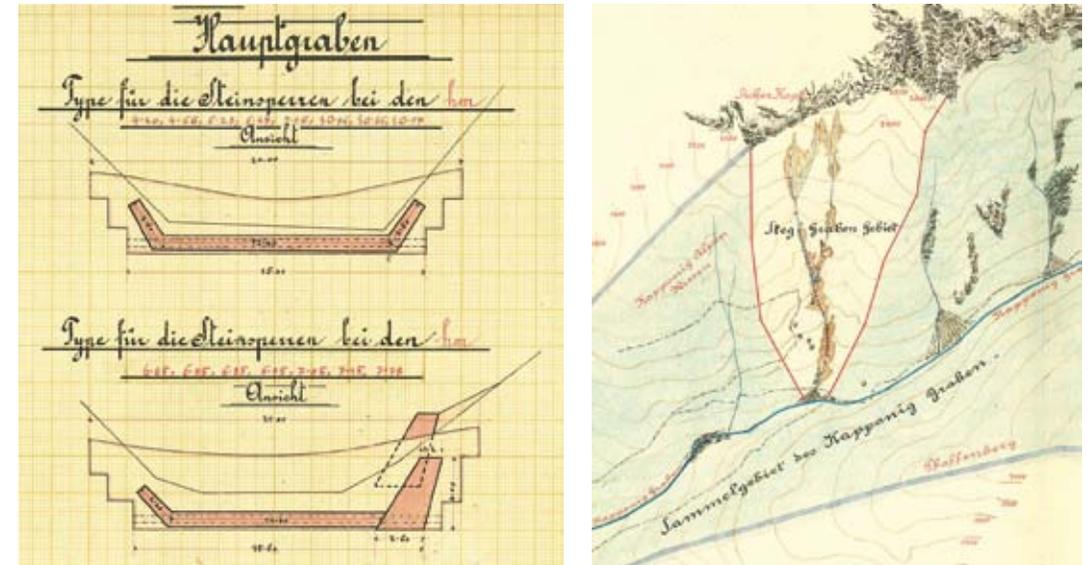


Abb. 2: Historischer Ausführungsnachweis und Übersichtsplan des Kaponigbachs

Fig. 2: Historical proof of implementation and overview of the Kaponig torrent

rung der Bauwerke erforderliche Lageinformation ist in den Ausführungsnachweisen durch die Angabe der Hektometerzahl angegeben. Gibt es ein bereits genehmigtes Kollaudierungsoperat zu einem Verbauungsprojekt, kann der beiliegende Kollaudierungslageplan herangezogen werden. In den Kollaudierungslageplänen wird die Lage der Verbauungstätigkeit seit Beginn der Verbauung im Einzugsgebiet genau dokumentiert (als Beispiel dafür siehe Abb.2).

Ein wesentliches Problem, das es bei der Erfassung und Digitalisierung auf Basis von „älteren“ Operaten geben kann, ist die Veränderung von kartografischen Grundlagen. So kann es im Laufe der Jahre zwischen der Erstellung eines Lageplanes und der derzeitigen Situation zu Änderungen im Kataster gekommen sein, welche für den Erfasser Schwierigkeiten bei der Eingabe der Lage von Bauwerken bedeuten können. Außerdem stimmen Hektometerangaben von Bauwerken in analogen Lageplänen oft nicht mit den Hektometerangaben eines auf Orthofotobasis korrigierten Gewässernetzes überein.

Für die Eingabe von attributiver Information steht eine Microsoft-Access-Benutzeroberfläche zur Verfügung. In dieser werden folgende Detailinformationen eingegeben:

- Bauwerksbezogene Information: Bauwerksname, Bauwerkstyp, Baustoff, Absturzhöhe, Textfeld für Fotozeichnungen, Baujahr, Positionsnummer des Bauwerks
- Lage des Bauwerks: Einzugsgebiet und Teileinzugsgebiet, Ordnungsnummer des Einzugsgebiets, Hektometer laut Ausführungsnachweis, Hektometer nach neuer Hektometrierung, Genauigkeit der Angabe, Gemeindekennzahl, Koordinaten
- Verbauungsprojekt: Projektart, Jahr der Projekterstellung, Kollaudierungsoperat
- Sonstiges: Bemerkung, Datum der Eingabe, eingegeben von, Kompetenz, Bauwerk aktuell nicht mehr vorhanden
- Begehungsinformation: Datum der Begehung, Begeher, Bauwerkszustand, Funktionsfähigkeit, Maßnahmenvorschlag, Textfeld für Fotozeichnungen, Bemerkung zur Begehung.

Für einzelne Attribute (bspw. Baustoff und Bautyp) gibt es in der Eingabemaske bereits vordefinierte Auswahlmöglichkeiten. Nähere Details dazu sowie Empfehlung finden sich in [3].

3c) Ausgabe

Die Ausgabe der in der Maßnahmen Datenbank erfassten Bauwerke erfolgt entweder über Tabellen oder in kartografischer Form. Um in weiterer Folge die Zustandserfassung und -bewertung von Bauwerken im Gelände organisiert durchzuführen, wird ein Maßnahmenatlas erstellt. Im Maßnahmenatlas sind alle Bauwerke eines Einzugsgebietes visualisiert. Dabei sind in den Übersichtskarten die Lage der Detailkarten, Höhenschichtlinien

und die Bauwerke im Maßstab 1:5000 dargestellt. Die Detailkarten im Maßstab 1:2000 zeigen die Bauwerke inklusive der Bauwerksnummer, als Hintergrund werden der Kataster und das Orthofoto eingblendet (Abb. 3). Zusätzlich zum Atlas werden bei den Wildbachbegehungen die Zustandserfassungformulare mitgeführt.

4. Zustandserfassung und -bewertung

Durch die ONR 24803 sowie die Umsetzungsvorschläge ([5], [6]) und weiteren Veröffentlichungen (bspw. [4], [7], [8]) steht eine umfassende Literatur zur Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken zur Verfügung. Ziel der Zustandsbewertung ist die Einteilung eines Bau-

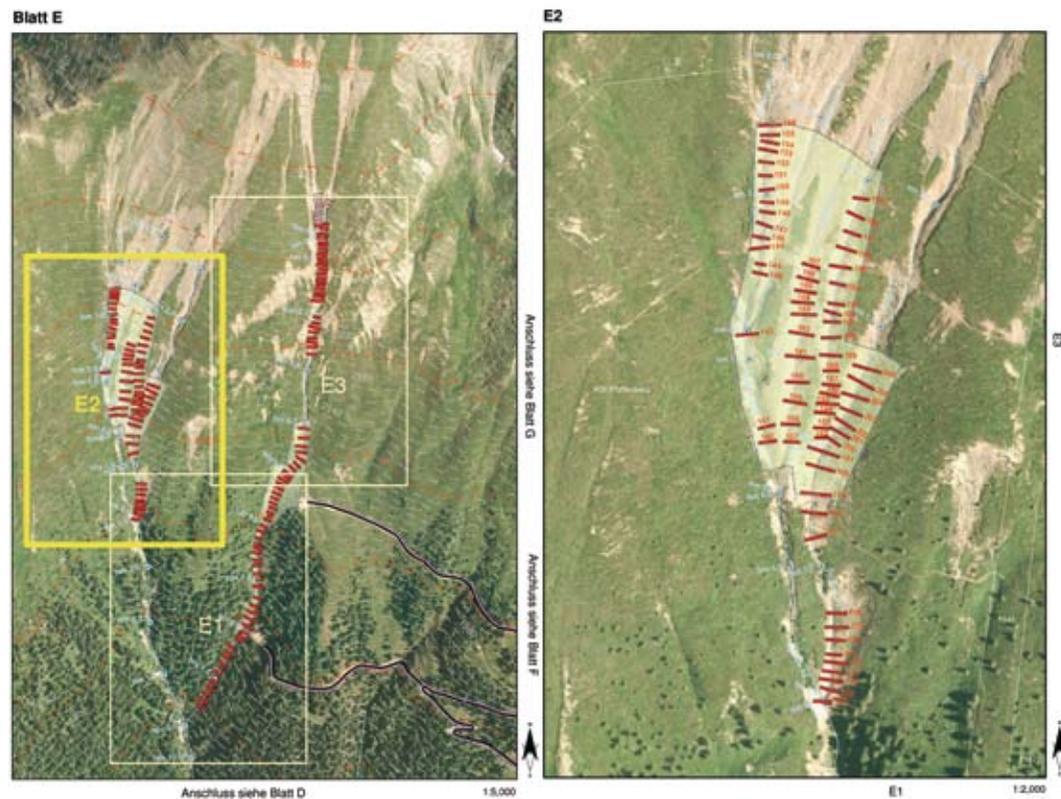


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Maßnahmenatlas des Steggrabens (Kaponigbach)

Fig. 3: Section from the atlas of measures for the Steggraben (Kamponig torrent)

werkes in eine von sieben Zustandsstufen (Tab. 2). Die Zustandsstufe lässt auf die durchzuführenden Sanierungsmaßnahmen und die Dringlichkeit dieser schließen. Des Weiteren wird eine Unterteilung der Bauwerke in Standard und Schlüsselbauwerke empfohlen. Bei Schlüsselbauwerken ist eine Kontrolle des Zustandes öfter durchzuführen (jährlich) als bei Standardbauwerken (Intervalle bis zu fünf Jahren), da sie von hoher sicherheitstechnischer Relevanz sind.

Standard- und Schlüsselbauwerke	
0	Bauwerk ist entbehrlich
1	sehr guter Erhaltungszustand
2	guter Erhaltungszustand
3	ausreichender Erhaltungszustand
4	mangelhafter Erhaltungszustand
5	schlechter Erhaltungszustand
6	Zerstörung (Totalschaden)

Tab. 2: Zustandsstufen von Standard- und Schlüsselbauwerken nach ONR 24803

Tab. 2: Levels of conditions for standard and key constructions according to ONR 24803

Die Zustandserfassung und -bewertung erfolgt mithilfe von standardisierten Formblättern. Im April 2008 wurde im Rahmen einer Projektarbeit die Zustandsbeurteilung von Wildbachbauten an Hand des Einzugsgebietes des Pöllingerbaches (Gemeinde Treffen) durchgeführt. Eine wesentliche Aufgabe dabei war der Test und die Evaluierung von Formblättern, die im Zuge des Projektes „Entwicklung von Standards und Methoden für die Zustandserfassung und Zustandsbewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung“ entwickelt wurden, von vereinfachten Formblättern sowie des Maßnahmenatlas. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst beschrieben, die detaillierten Ergebnisse sind in [3] beschrieben.

5. Ergebnisse Pöllingerbach

Das Einzugsgebiet des Pöllingerbaches im Gegendtal weist eine Fläche von 10,25 km² auf. Er überwindet einen Unterschied von circa 1370 Höhenmetern bei einer Lauflänge von 5,2 Kilometern, wobei er mehrere Seitengräben und Runsen aufnimmt. Die ersten Verbauungstätigkeiten am Pöllingerbach gehen in die 30er Jahre zurück, in denen ein Teil der Talauflage errichtet wurde [9]. Die letzte durchgeführte Verbauung war die Errichtung einer Dosiersperre im Hofergraben (rechtsufriger Zubringer). Insgesamt wurden im Einzugsgebiet des Baches 202 Bauwerke auf Basis von Ausführungsnachweisen in der Maßnahmen Datenbank erfasst. Die Erfassung gliedert sich dabei in Punkt-, Linien- sowie Flächenmaßnahmen. Den größten Teil umfassen die Linienbauwerke, da Quer- und Längsbauwerke als Linienobjekte erhoben werden (195 Objekte). Punktobjekte (bspw. Schächte) sowie Flächenmaßnahmen (z.B. Aufforstungen) kommen nur in geringer Anzahl vor.

Durch die Begehung wurden die in der Maßnahmen Datenbank erfassten Bauwerke auf ihr tatsächliches Vorhandensein überprüft. Dabei wurden teilweise Bauwerke zu einem zusammengefasst (wenn Sanierungen als separate Bauwerke eingetragen wurden) bzw. wurde ein Bauwerk aufgenommen, welches nicht in den Baunachweisen eingetragen ist (Bogensperre aus Zyklopmauerwerk). Nach der ersten Überarbeitung bleiben im Pöllingerbach 189 Bauwerke für eine Zustandsbewertung übrig, von welchen 28 nicht mehr vorhanden sind und 53 als nicht (schutz)relevant eingestuft wurden. Zu nicht (schutz)relevanten Bauwerken zählen u.a. Wegerrichtungen, Stiegenabgänge und Zäune.

Somit bleiben 108 bewertungsrelevante Maßnahmen im Pöllingerbach, auf welche sich die nachfolgenden Auswertungen beziehen. Ver-

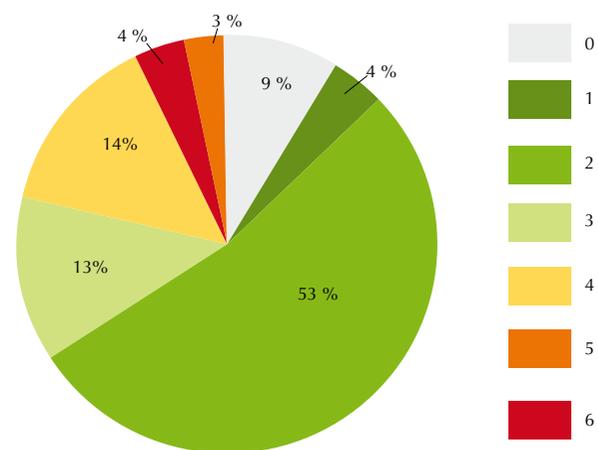


Abb. 4: Verteilung der Bauwerke in den einzelnen Zustandsstufen (in %) im Pöllingerbach

Fig. 4: Division of the constructions into individual condition levels (in %) in the Pöllinger torrent

gleicht man die Anzahl der eingegebenen Maßnahmen mit der Anzahl der am Ende relevanten

Maßnahmen, erfolgte hier fast eine Halbierung. Dies ist vor allem bei einer weiteren Zustandserfassung (laufende Überwachung) wesentlich, da sich die Anzahl der zu bewertenden Bauwerke deutlich vermindert.

Bei der Begehung des Pöllingerbaches wurden in erster Linie entwickelte Formblätter zu der Zustandserfassung getestet. Für jedes Bauwerk wurde ein ausführliches Formblatt (nach [6]), ein baustoffabhängiges Formblatt (modular



Abb. 5: Grundschwelle in Stampfbeton (Baujahr 1932, Ausbesserungsarbeiten 1949), Zustandsstufe 5 – schlechter Erhaltungszustand, Funktionsfähigkeit ist für das nächste Ereignis (HQ30) nicht gegeben, Schadenstypen: Verwitterung von Stampfbeton, Durchfeuchtung und Durchströmung

Fig. 5: Sill in tamped concrete (constructed 1932, improvements in 1949), condition level 5 - poor preservation condition, functionality not assured for the next event (HQ30), damage types: Weathering of tamped concrete, moisture penetration and perfusion

aufgebaut, Vorschlag siehe [3]) sowie ein vereinfachtes Formblatt, in dem nur die drei Felder Bauwerkszustand, Funktionsfähigkeit und Maßnahmenvorschlag eingetragen werden, mitgeführt. In Kärnten werden derzeit die Zustandserfassungen der Bauwerke mit den einfachen Formblättern durchgeführt. Es wird keine detaillierte Schadenstypenerhebung gemacht, sondern nur eine Gesamtbeurteilung des Bauwerks erfasst und anschließend gespeichert.

Abb. 4 stellt die Verteilung der Bauwerke des Pöllingerbaches in den einzelnen Zustandsstufen dar. Der Großteil der Bauwerke (rund 70%) weist einen sehr guten bis ausreichenden Erhaltungszustand auf. 14% haben einen mangelhaften Zustand, 4% weisen schwere Schäden auf (Beispiel siehe Abb.5) und 3% sind bereits total zerstört. Weitere detaillierte Auswertungen sind in [3] und [4] zu finden.

Die grafische Darstellung in Abb. 4 zeigt zwar die Verteilung der einzelnen Zustandsstufen, um aber Problembereiche im Einzugsgebiet zu erkennen und Maßnahmenvorschläge zu definieren, ist in Ergänzung dazu eine Darstellung im geografischen Informationssystem von Vorteil (Abb. 6). Hier richtet sich das Augenmerk sofort auf die Tallaufregulierung zwischen Hektometer sechs und acht, den ältesten Verbauungsabschnitt im Einzugsgebiet (Abb. 7). In diesem Bereich ist Handlungsbedarf erforderlich.



Abb. 6: Darstellung des Erhaltungszustandes im GIS (der verwendete Farbcode zur Darstellung ist gleich wie oben angegeben)

Fig. 6: Representation of the preservation condition in the GIS (the colour code used for the representation is the same as shown above)

6. Aktueller Stand

Zum heutigen Tag sind in der Sektion Kärnten rund 12.400 Bauwerke in 155 Wildbacheinzugsgebieten in die Maßnahmen-datenbank eingegeben, dies ergibt im Durchschnitt 80 Bauwerke pro Einzugsgebiet. In Kärnten sind derzeit etwa 1100 Einzugsgebiete verordnet [1]; rechnet man diesen Wert hoch, kommt man in Kärnten auf 88.000 Bauwerken in Wildbächen.

Die Eingabe in die Maßnahmen-datenbank erfolgt im Zuge von Kollaudierungen, der Erstellung von Projekten oder bei Grundlagenerhebungen für die Gefahrenzonen-planerstellung. Somit ist gesichert, dass die Bauwerke sukzessive erfasst werden. Da mit der Eingabe auch Grundlagedaten wie das Gewässernetz und Einzugsgebietsabgrenzungen auf Orthofotobasis korrigiert werden, erfolgt auch eine ständige Verbesserung dieser Datensätze.

Beim inhaltlichen Vergleich konnte eine hohe Übereinstimmung zwischen der ONR 24803 und der Maßnahmen-datenbank festgestellt werden. Einige in der ONR beschriebenen Parameter unterscheiden sich von in der Maß-

nahmendatenbank gespeicherten Attributen durch ihren Detaillierungsgrad. Hier wird in [3] die Einführung mehrerer Hierarchieebenen empfohlen, z.B. die Einführung einer Hauptkategorie und einer Nebenkategorie beim Bauwerkstyp. Des Weiteren muss die Maßnahmen-datenbank noch um die Speicherung der Attribute Funktionstyp, Hauptprozess, Konstruktion, statisches System, Anlagenteil und die Unterteilung in Schlüsselbauwerk/Standardbauwerk erweitert werden.

Der Maßnahmenatlas und Formblätter werden zurzeit in spiralisierter Form (ausgedruckte A4 Blätter) bei den Begehungen mitgeführt. Für die Zukunft ist es wünschenswert, sowohl die Kartengrundlage als auch die Formblätter

digital auf einem Pocket-PC zur Verfügung zu stellen und damit die Begehungen im Gelände durchzuführen. Der Vorteil wäre erstens die Einsparung der Herstellung des Maßnahmenatlas in ausgedruckter, folierter Form sowie zweitens eine wesentliche Zeitersparnis bei der Nachbearbeitung (Eingabe der Bewertungen).



Abb. 7: Leitwerke, Gerinne (Baujahr 1955), Zustandsstufe 4 – mangelhafter Erhaltungszustand, eingeschränkt funktionsfähig, Verlandungen im Gerinne, teilweise Steine aus Fuß der Mauer herausgelöst

Fig. 7: Control unit, channel (constructed 1955), preservation condition 4 - defective maintenance condition, limited functionality, aggradation in the channel, areas where stones washed out of the base of the walls.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Eine systematische Erfassung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinenverbauung ist einerseits wichtig, um Informationen über den Bestand zu erhalten, aber auch um in weiterer Folge Zustandsbewertungen, Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen abzuschätzen. Mit der vorgestellten Maßnahmen-datenbank wird die Speicherung, Analyse und Bewertung von Bauwerken und deren Zustand durchgeführt. Somit ist die Maßnahmen-datenbank eine mögliche Anwender-datenbank der ÖNORM-Regel 24803.

Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI(FH) Marina Rauter
Studienbereich Geoinformation
Fachhochschule Kärnten
Europastraße 4
9500 Villach

DI Christof Seymann
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung
Sektion Kärnten
Meister-Friedrich-Straße 2
9500 Villach

Literatur / References:

- [1] EINZUGSGEBIETSVERORDNUNG 1991: Verordnung des Landeshauptmannes von Kärnten vom 4. Jänner 1991, Zl.10 R-275/6/1990, mit der die Einzugsgebiete der Wildbäche und Lawinen im Land Kärnten festgelegt werden. Landesgesetzblatt 1991, Stück 7, Nr. 17.
- [2] ONR 24803: Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung und Instandhaltung. Wien: Österreichisches Normeninstitut, Ausgabe: 2008-02-01
- [3] SUDA, J.; RAUTER, M.; SEYMANN, C. (2008): Zustandserfassung und –bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung – Teil 3 – Implementierung von Richtlinien zur Zustandsüberwachung und –bewertung in der Wildbachverbauung (Anwendung, Evaluierung, Optimierung. Projektbericht (unveröffentlicht).
- [4] SUDA, J.; RUDOLF-MIKLAU, F. (2009): Rund um den Lebenszyklus von Schutzbauwerken: Schadenshäufigkeit, Zustandsbewertung und Dauerhaftigkeit; In: Wildbach – und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz; 73.Jahrgang, Juni 2009, Heft Nr.163
- [5] SUDA, J.; SICHER, P.; LAMPRECHT, D.; BERGMEISTER, K. (2007): Zustandserfassung und –bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung – Teil 1 – Schädigungsmechanismen, Bauwerkserhaltung. Schriftenreihe des Departments für Bautechnik und Naturgefahren Nr.14. Wien: Eigenverlag
- [6] SUDA, J.; SICHER, P.; LAMPRECHT, D.; BERGMEISTER, K. (2007): Zustandserfassung und –bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung – Teil 2 – Schadensdokumentation, Schadentypenkatalog. Schriftenreihe des Departments für Bautechnik und Naturgefahren Nr.15. Wien: Eigenverlag
- [7] SUDA, J.; JENNI, M.; RUDOLF-MIKLAU, F.(2008): Inspektion und Überwachung von Schutzanlagen der Wildbachverbauungen in Österreich. In: Conference Proceedings Vol.1, INTERPRAEVENT 2008, 26-30.Mai 2008, Dornbirn.
- [8] SUDA, J.; STRAUSS, A.; RUDOLF-MIKLAU, F.; JENNI, M.; PERZ, T. (2007): Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken: Normierung in der ONR 24803. In: Wildbach – und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz; 71.Jahrgang, Juni 2007, Heft Nr.155
- [9] Technischer Bericht zum Verbaueungsprojekt 1988 Pöllingerbach, Sektion Kärnten

Inserentenverzeichnis

Firma	Inserat Seite
Alzner-Meva	6
Erdbau - Steinbruch Gigler GesmbH	83
Erdbau Fürstauer	67
Fachhochschule Kärnten	4
Frenkenberger	93
Geobruigg	17
Geolith Consult	93
Heli Austria	8
i.n.n.	83
ICG	61
Ingenieurbüro Tschernutter	29
Kalczyk & Kreihansel	93

Keller Grundbau	52
Klenkhart	53
Krismer	29
Lieco	43
Mair Wilfried	43
Mineral Abbau GmbH	141
Perzplan	141
Reckli Chemiewerkstoff GmbH	66
Sommer-Messtechnik	141
Tiwald	93
Trumer	149
Umweltbüro Klagenfurt	28
Wucher	U4



Ein eingespieltes Team das extreme und alltägliche Flugeinsätze souverän löst.

