



Wildbach- und Lawinenverbau

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

Zustandserfassung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinenverbauung

verein der diplomingenieure
der wildbach und lawinenverbauung
österreichs

71. Jahrgang, Juni 2007, Heft Nr. 155

Sonderheft 155

Wildbach- und Lawinenverbau

Impressum:

Eigentümer:

Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung
Österreichs, A-5700 Zell am See

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



KNAUS

Helicopter

Einfach abheben ...

... sicher, pünktlich, flexibel



Bell Super 204 B

Maximale Tragkraft: 1.800 kg
Standard-Tragkraft in 2000 m: 1.400 kg
Sitzplätze: 1 (2) + 9 Pax



Ecureuil AS 350 B3 (2x)

Maximale Tragkraft: 1.250 kg
Standard-Tragkraft in 2000 m: 850 kg
Sitzplätze: 1 + 5 (6) Pax



Lama SA 315B (2x)

Maximale Tragkraft: 1.050 kg
Standard-Tragkraft in 2000 m: 850 kg
Sitzplätze: 1 + 4 Pax

Büro

Telefon:

+43-6462 - 42 00

Fax:

+43-6462 - 42 00-42

Roy Knaus:

+43-664-80 440 80

Tony Rainer:

+43-664-80 440 55 - St. Johann/Pg.

David Holzknacht:

+43-664-80 440 15 - Karres/Imst

www.knaus.cc - e-mail: info@knaus.cc

Skolaut Christoph (Herausgeber, Technischer Referent):
Zum Geleit

Seite 10

Patek Maria (BMLFUW):
Instandhaltung und Überwachung von Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung: Eine Herausforderung von strategischer Dimension.

Seite 12

BLOCK 1: Erhaltung der Wirkung von Schutzmaßnahmen –
Fachstrategische und rechtliche Grundlagen

Romang Hans E., Margreth Stefan (SLF):
Wirkung von Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren

Seite 18

Agerer Hubert (WLW Tirol) /Rudolf-Miklau Florian (BMLFUW):
Lebenszyklusbezogenes Management für Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung: Strategische und praktische Dimension

Seite 30

Hinterleitner Rainer (BMLFUW):
Regelungen bezüglich Überwachung und Instandhaltung von Schutzbauwerken im österreichischen Forstrecht

Seite 43

Schmid Franz (BMLFUW):
Die Berücksichtigung der Wirkung von Schutzbauwerken in der Gefahrenzonenplanung - einige Grundsatzüberlegungen

Seite 47

BLOCK 2: Risikofaktoren und Schadensursachen für die Wirkung und den Zustand von Schutzbauwerken

Hübl Johannes, Suda Jürgen (BOKU):
Schäden und Schadensmechanismen an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung

Seite 56

Sauermoser Siegfried, Granig Matthias (WLW Tirol):
Risikofaktoren und Schadensursachen für permanente Lawinenschutzbauwerke

Seite 84

Mölk Michael, Sausgruber Thomas (Geologische Stelle WLW):
Bewertung von Einflussgrößen bei Felssicherungen und Steinschlagschutznetzen

Seite 94



Wasserdosierwerk Schwarzaubach, Ebnau.

Sicher bauen.

Bauen auf schwierigem Terrain. Im Team erfolgreich:

Nach bestem Wissen

MEVA Schalungs-Systeme, Alzner Baumaschinen und die

und Gewässer.

Wildbach- und Lawinenverbau, Sektion Salzburg. Danke für's Teamwork.



www.meva.at • info@meva.at • (0 22 36) 2 50 26
www.alzner.at • office@alzner.at • (0 62 19) 80 65

BLOCK 3: Zustandserfassung und Zustandsbewertung: Theoretische Grundlagen und Regeln der Technik

Suda Jürgen, Strauss Alfred (BOKU):
Schadensklassifizierung für Schäden an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung

Seite 108

Suda Jürgen, Strauss Alfred (BOKU), Rudolf-Miklau Florian (BMLFUW), Perz Thomas (ZT):
Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken: Normierung in der ONR 24803.

Seite 120

Mazzorana Bruno (Sonderbetrieb für Bodenschutz, Südtirol):
EF30foreward: Ein effizientes Hinweisinstrument zur Ermittlung der Zuverlässigkeit von Wasserschutzbauten – Einsatz im Rahmen eines integrierten Risikomanagements in alpinen Wildbacheinzugsgebieten

Seite 138

Jenni Martin, Kessler Johann, Reiterer Andreas (WLV Vorarlberg):
Erfahrungen bei der praktischen Durchführung der Zustandserfassung von Schutzbauwerken am Beispiel von verschiedenen Arbeitsfeldern der WLV in Vorarlberg

Seite 150

Posch Michael (WLV Tirol):
Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV: Beispiel Fischbachsperre (Gemeinde Längenfeld, Bez. Imst)

Seite 160

Henzinger Jörg (ZT Büro Henzinger):
Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV: Beispiel Geschiebestausperre Schlossbach (Zirl, Tirol)

Seite 166

Plank Josef, Locher Mathias (WLV Tirol):
Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV: Beispiel Lahnbach (Schwaz, Tirol)

Seite 176

Neumayr Gebhard (WLV Salzburg):
Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV: Beispiel Haidensperre (Saalfelden, Salzburg)

Seite 182

Hübl Johannes, Strauss Alfred (BOKU), Schiffer Michael, Pürstinger Christian (WLV Oberösterreich): **Praktische Erfahrung bei der Zustandsanalyse von Schutzbauwerken am Beispiel der Rettenbachsperre (Oberösterreich)**

Seite 190

BLOCK 4: Zustandserfassung, Zustandsbewertung und Sanierungskonzepte: Praktische Erfahrungen und Fallbeispiele aus dem Bereich der Wildbach- und Lawinverbauung



Go ahead...

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

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

Holzstützverbauung



Forst- und Güterwegplanung



Alperschonbach

www.klenkhart.at

Klenkhart & Partner Consulting · A-6020 Innsbruck · Dürerstrasse 85
Telefon: +43(0)512/264880 · Fax: DW 20 · e-mail: office@klenkhart.at



KLENKHART
& Partner
Consulting

BLOCK 4:	Huber Thomas (WLV Tirol): Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Steinschlagschutzbauwerken der WLV – Controlling	Seite 202
-----------------	---	-----------

BLOCK 5: Zustandserfassung, Zustandsbewertung und Sanierungskonzepte: Praktische Erfahrungen und Fallbeispiele aus anderen Bereichen (national und international)	Romang Hans E. (SLF): Zustandserfassung und -bewertung von Wildbachverbauungen	Seite 208
--	--	-----------

Loipersberger Anton (Bayrisches Landesamt für Umwelt): Unterhaltung – Ein Stiefkind der Wildbachverbauung?	Seite 218
--	-----------

Horvat Ales (PUH Slowenien): Instandhaltung und Instandsetzung von Schutzbauwerken der WLV in Slowenien	Seite 222
---	-----------

Rachoy Christian (ÖBB – Infrastruktur/Betrieb): Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Erneuerung von Schutzbauten bei der ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG	Seite 230
--	-----------

BLOCK 6: Organ. u. rechtl. Grundlagen u. Konzepte f. d. Durchführung d. Überwachung von Wildbacheinzugsgebieten u. d. Betriebes sensibler Schutzanlagen	Pichler Albert (WLV Tirol), Dieter Stöhr (LFD Tirol): Ein Konzept zur Überwachung und Betreuung der Wildbacheinzugsgebiete in Tirol	Seite 238
--	---	-----------

Waibel Markus (WLV Oberösterreich), Perz Thomas (ZT): Betriebsordnung für Hochwasserrückhaltebecken der Wildbachverbauung	Seite 246
---	-----------

Hattenberger Doris (Universität Klagenfurt): Rechtsfragen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Mess- und Warnsystemen in Wildbacheinzugsgebieten oder für Massenbewegungen	Seite 254
---	-----------

Inserentenverzeichnis	Seite 270
-----------------------	-----------



Zuverlässige Baustellenluft... ...mit fahrbaren Kompressoren von CompAir



„Das Letzte, was Sie auf der Baustelle gebrauchen können, ist ein Ausfall der Druckluftversorgung. Die Baureihe fahrbarer CompAir Kompressoren enthält alle Eigenschaften, die weltweit für die Zuverlässigkeit kompakter, robuster und höchst vielseitiger Anlagen bekannt sind. Mit Volumenströmen von 2 bis 31 m³/min. stellt CompAir eine erste Wahl dar, wenn es darum geht, den geeigneten Kompressor für jede Baustelle und jeden Einsatzfall zu finden.“

CompAir Fahranlagen mit der fortschrittlichen Drucklufttechnologie.

Wenn Sie auf der Baustelle eine zuverlässige Versorgung mit Druckluft hoher Qualität benötigen, können Sie sich auf den Namen CompAir verlassen.

Fahrbare CompAir Kompressoren sind kompakt und leicht für einfaches Verfahren und haben Eigenschaften, die sie als Beste ihrer Klasse qualifizieren.

Weitere Informationen über den neuesten Stand der CompAir Druckluftlösungen mit fahrbaren Kompressoren erhalten Sie von unserem technischen Verkaufsteam.



Intelligent Air Technology

CompAir GmbH
Westbahnstraße 5 • 4490 St. Florian
Telefon +43 (0) 72 24 / 6 76 60
Telefax +43 (0) 72 24 / 6 76 60-100
www.compair.at • E-Mail: office@compair.at

CHRISTOPH SKOLAUT, HERAUSGEBER

Zum Geleit

Sehr geehrte/r LeserIn,

Sie halten das wahrscheinlich stärkste Heft der Zeitschrift Wildbach- und Lawinenverbau in Händen. Grund dafür ist die detaillierte Aufarbeitung eines höchst aktuellen Themas, der Zustandserfassung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinenverbauung.

Diese Frage beschäftigt derzeit, wie die Beiträge aus unseren Nachbarländern zeigen, sämtliche Regionen im Alpenraum mit entsprechenden Maßnahmen. Stand bisher die rasche Schaffung von Schutz vor schadbringenden Einwirkungen mithilfe technischer Maßnahmen im Vordergrund, gewinnt die Instandhaltung und Sanierung der im vergangenen Jahrhundert errichteten Bauwerke immer mehr an Bedeutung und verlangt nach entsprechenden personellen und finanziellen Ressourcen.

Dieses Heft soll helfen, den Stand des Wissens aufzuarbeiten und die unterschiedlichen Erfahrungen und Lösungsansätze im Alpenraum zu sammeln und einer interessierten Fachöffentlichkeit zu präsentieren.

Das vorliegende Heft ist das erste in meiner Funktion als Technischer Referent des Vereines der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Künftig werden drei Hefte pro Jahr veröffentlicht, die schwerpunktmäßig aktuellen Themen gewidmet sind. Der Stellenwert der Zeitschrift als qualitativ hochwertiges Fachmedium wird durch das neue Erscheinungsbild noch zusätzlich verstärkt.

PATEK MARIA

Erhaltung und Überwachung von Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung: Eine Aufgabe von strategischer Bedeutung

Maintenance and inspection of torrent and avalanche control measures: a task of strategic importance

Zusammenfassung:

Die Erhaltung und Überwachung von Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) dient der nachhaltigen Sicherung der Schutzwirkung und gewinnt angesichts des stetig zunehmenden Bestandes von Anlagen immer mehr an Bedeutung. Das Ziel, das vorhandene Sicherheitsniveau für alpine Naturgefahren in Österreich dauerhaft zu erhalten, erfordert die Entwicklung einer vorausschauenden Erhaltungsstrategie auf rechtlicher, technischer und organisatorischer Ebene sowie die kontinuierliche Bereitstellung der dafür erforderlichen finanziellen Ressourcen.

Summary:

The maintenance and inspection of torrent and avalanche control measures serves for the sustainable preservation of their protection function and gains more and more importance due to their constantly growing number. The task to preserve the achieved level of safety concerning alpine natural hazards in Austria asks for the development of a fare-sighted maintenance-strategy on a legal, technical and organisational basis as well as for the continuous supply of the necessary financial resources.

Aufgaben der Erhaltung und Überwachung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinerverbauung

Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung erfüllen nach der Fertigstellung ihre Funktionen nur, wenn sie regelmäßig überwacht und erhalten werden. Mehr als alle anderen Bauwerke sind sie extremen Umgebungsbedingungen und Einwirkungen ausgesetzt, die zu überproportional hoher Abnutzung und rascher physiologischer Alterung führen. Besonders die Wirkung von Extremereignissen (Muren, Hochwasser, Lawinen) kann zu einer starken Beeinträchtigung des Zustandes oder der Wirkung der Schutzbauten führen.

Die extremen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Anlagen sind bekannt und werden bei der Planung der Maßnahmen durch ein der Funktion angepasstes Design, die Wahl besonders widerstandsfähiger Baustoffe und durch eine Bemessung mit hohen Sicherheitszuschlägen berücksichtigt. Das Schutzkonzept wird auch auf die spezifische Exposition der Bauwerke abgestimmt.

Eine weitere Besonderheit der Bauwerke der Wildbach- und Lawinerverbauung ist häufig deren entlegene Situierung. Viele Schutzmaßnahmen liegen im extremen Gelände und sind teilweise nur saisonal erreichbar (z.B. Lawinenanbruchverbauung nur im Sommer); nach katastrophalen Naturereignissen kann die Erreichbarkeit überhaupt unterbrochen sein.

Die Funktion von Schutzbauwerken ist deren stabilisierende, retentierende, dosierende oder energieumwandelnde Wirkung auf die Naturprozesse in den Einzugs- und Risikogebieten. Die Qualitätsanforderungen (Standicherheit, Funktionsfähigkeit, Dauerhaftigkeit) an diese Anlagen orientieren sich daher weniger an den im Bauwesen üblichen Kriterien, sondern primär an der strukturellen Stabilität. Schutzbauwerke können durchaus erhebliche „Schäden“ (Risse, Abrieb, Korrosion, etc.) aufweisen und trotzdem die Schutzfunktion einwandfrei erfüllen. Die Nutzungstoleranz ist daher wesentlich höher als beispielsweise bei Brücken- oder Hochbauten, bis ein für die Sicherheit kritischer Abnutzungs-



Abb. 1: Lawinestützerwerke werden im extremen Gelände errichtet und sind außergewöhnlichen Umgebungsbedingungen und Einwirkungen ausgesetzt, Schäden an der Verankerung und dem Oberbau aufgrund extremen Schneedrucks treten immer wieder auf: Entsprechend wichtig ist die laufende Überwachung der Anlagen und die rasche Durchführung erforderlicher Instandhaltungsmaßnahmen.

Fig. 1: Avalanche barriers are built in extreme terrain and exposed to extraordinary environmental conditions and influences. Damages at the construction and foundation caused by extreme snow pressure occur frequently. For this reason the current control of the measures and a rapid realization of necessary maintenance measures is vital.

grad erreicht wird. Dafür können die Stadien der Funktionsfähigkeit und des Funktionsverlustes nahe beieinanderliegen, in manchen Fällen kann auch ein „kontrollierter“ Verfall toleriert werden. Das anzuwendende Sicherheitsniveau richtet sich somit in erster Linie nach den durch die Maßnahmen geschützten Gütern und erst in zweiter Linie nach der Sicherheit für das Bauwerk selbst.

Die Bedeutung der Erhaltung der Schutzmaßnahmen ist seit Beginn der Wildbach- und Lawinerverbauung in Österreich bekannt. Durch die Einrichtung des Betreuungsdienstes bei den Dienststellen der WLW wurden die finanziellen und organisatorischen Voraussetzungen für einen kontinuierlichen Erhalt der Anlagen geschaffen. Die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen im Wasserrecht und Forstrecht sehen eine Verpflichtung des Rechtsinhabers der Anlagen bzw. der Gemeinden im Rahmen der jährlichen Wildbachbegehung vor, die Schutzmaßnahmen regelmäßig zu überwachen und nötige Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zu veranlassen. Aus dem Katastrophenfonds des Bundes und den Beiträgen der Länder werden finanzielle Zuschüsse zu den Maßnahmen gewährt. Darüber hinaus führt der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung eine generelle Überwachung der Schutzmaßnahmen durch und verwaltet alle relevanten Informationen (Daten) über die Anlagen.

Die zuvor angeführten Aufgaben werden in Österreich mit unterschiedlicher Regelmäßigkeit und Frequenz erfüllt und es gibt durchaus in manchen Fällen Verbesserungsbedarf, was die Organisation und Qualität der Überwachung und die laufende Erfassung der entsprechenden Daten betrifft. Weiters ist festzustellen, dass Schäden – besonders an älteren Anlagen – häufig (zu) spät erkannt werden und nicht mehr behoben werden können. Detaillierte Zustandserhebungen in Einzugsgebieten werden meist anlassbezogen, nicht

jedoch flächendeckend durchgeführt und führen häufig zum Ergebnis, dass nur ein Neubau der Anlagen den dauerhaften Schutz gewährleisten kann.

Zudem ist festzustellen, dass sich die von den Anlagen geschützten BürgerInnen (Interessenten) nicht im erforderlichen Maße für deren Bestand verantwortlich fühlen und sich hinsichtlich der Überwachung und Zustandserfassung gerne auf öffentliche Einrichtungen verlassen. Gemeinden sind sich ihrer Verantwortung häufig bewusst, sehen jedoch die Erfüllung der jährlichen Wildbachbegehung nicht als Aufgabe von höchster Priorität an.

Die technologische Entwicklung der letzten Jahre hat es möglich gemacht, Schutzanlagen zu planen und zu errichten, die hinsichtlich des Betriebes, der Wartung und der Sicherheitsanforderungen anspruchsvoll und sensibel sind. Dazu zählen insbesondere Hochwasserrückhaltebecken, Mess- und Warnsysteme oder Hangentwässerungen. Betriebsordnungen und Überwachungsrichtlinien, die die Aufgaben, Pflichten und Verantwortlichkeiten klar regeln, sind in manchen Fällen nicht vorhanden oder es fehlt ausreichend qualifiziertes Personal auf Seiten des Betreibers der Anlagen.

Damit ist auch der Nachholbedarf im Bereich der Bewusstseinsbildung, Standardisierung und Ausbildung für die Aufgaben der Erhaltung und Überwachung der Schutzanlagen erkennbar, eine Erkenntnis, die in den letzten Jahren zu einer deutlichen Intensivierung der Entwicklungen in diesem Bereich geführt hat.

Die strategische Dimension der Erhaltung

Es bedarf keiner Strategie um zu erkennen, dass Bauwerke, die errichtet wurden, auch erhalten werden müssen, um sie auf Dauer nutzen zu können. Ebenso steht außer Zweifel, dass der nach-



Abb. 2: Besonders nach extremen Naturereignissen kann die Standsicherheit und Funktionsfähigkeit von Schutzbauwerken sprunghaft abnehmen, entsprechende Bedeutung hat eine anlassbezogene Zustandserfassung und Ableitung (Realisierung) der erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen, um das Sicherheitsniveau zu erhalten.

Fig. 2: Especially after extreme events the stability and functionality of protection works can decrease all of a sudden, accordingly the assessment of the condition of the buildings and the definition of the necessary maintenance measures is of major importance in order to preserve the level of safety.

haltige Schutz die Erhaltung der entsprechenden Schutzmaßnahmen erfordert. Auf nachhaltiger Sicherheit baut dauerhafte wirtschaftliche Prosperität und Wohlstand auf, insbesondere in Regionen, die potenziell von Naturgefahren besonders bedroht sind. Regionalentwicklung ist nur dann möglich, wenn die in den Gefahrenzonenplänen dargestellten Gefahren auf Dauer eingedämmt werden können; konkret bedeutet dies, dass Gefahrenzonen nach Durchführung von Schutzmaßnahmen nur dann reduziert werden können, wenn die Schutzwirkung uneingeschränkt garantiert werden kann. Es wäre weder ethisch noch wirtschaftlich vertretbar, der Bevölkerung einer durch Wildbächen und Lawinen bedrohten Region durch Schutzmaßnahmen einen bestimmten Grad an Sicherheit zu vermitteln und danach die Anlagen dem Verfall preiszugeben. Auch eine nachfolgende Wiederausweitung der Gefahrenzonen wäre eine politisch kaum vertretbare Maßnahme.

Diese Überlegungen führen somit zwangsläufig zu dem Schluss, dass das Bekenntnis zum Schutz vor Naturgefahren durch präventive Maßnahmen in Österreich unausweichlich auch die Pflicht zur dauerhaften Erhaltung dieser

Anlagen nach sich zieht. Die gesetzlichen Grundlagen tragen diesen Prinzipien Rechnung. Ausreichende technische, wirtschaftliche und organisatorische Ressourcen zur Erfüllung dieser Aufgabe sind erforderlich und müssen nachhaltig sichergestellt werden. Der fallweise vorgetragene, etwas „kurzsichtige“ Standpunkt, in Österreich werde in naher Zukunft eine Grenze für erforderliche Schutzmaßnahmen erreicht werden, entspricht somit einer Illusion. Schutz vor Naturgefahren ist eine permanente Aufgabe, die auch in Zukunft erfüllt werden muss, wenn Sicherheit auf gegenwärtigem Niveau erhalten bleiben soll.

Vielleicht kann man allerdings in der Zukunft nicht mehr so selbstverständlich wie bisher davon ausgehen, dass staatliche Investitionen in Schutz inkl. der Erhaltung des Schutzes ohne weiteres gewährt werden. Sowohl die Politik als auch der Bürger stellen zunehmend Fragen nach dem Warum, Wofür oder Wie viel. Der Informationsbedarf für die Öffentlichkeit steigt und die Argumentationsgrundlagen bedürfen einer unzweifelhaften Qualität.

Leider lässt sich zurzeit aufgrund der vorhandenen Datenlage nicht zufrieden stellend beantworten,

wie viel Erhaltungsaufwand in Zukunft erforderlich sein wird und wie sich der Finanzbedarf entwickeln wird. Dies liegt nicht nur an der Unvorhersehbarkeit der kommenden Naturkatastrophen, sondern auch am Nachholbedarf bei der laufenden Überwachung der bestehenden Anlagen.

Aktuell ist ein integrales Bau- und Erhaltungsmanagement mit einer darauf aufbauenden, langfristigen Budgetplanung für die Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung noch eine Zukunftsvision, der es am Fundament fehlt, der den Gesamtbestand umfassenden Maßnahmendatenbank im digitalen Wildbach- und Lawinenkataster. Aber der einzig mögliche Weg führt in diese Richtung, wenn er zurzeit auch angesichts der beschränkten Ressourcen weit und schwierig erscheinen mag. Am Beginn des Weges steht jedenfalls eine Erhaltungsstrategie der Wildbach- und Lawinenverbauung, die die Roadmap zum integralen Maßnahmenmanagement zeichnen soll.

Die Strategie wird wohl auch Argumentationsmodelle zu umfassen haben, die es ermöglichen, gegenüber den politischen Entscheidungsträgern, gestützt auf gut fundierte Daten und Fakten, den Ressourcenbedarf zu verdeutlichen, der für die Erhaltung des Schutzes erforderlich ist, notfalls mit dem Schlagwort der „Nachhaltigkeit“.

Aus strategischer Sicht steht ein Grundprinzip außer Zweifel: Der Staat hat Schutzmaßnahmen als Teil der Daseinsvorsorge zu seiner Aufgabe gemacht, es erscheint daher ausgeschlossen, dass er sich bei deren Erhaltung und Erneuerung derselben zukünftig zurückzieht.

ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

Bekannt man sich zum Strategieziel „Erhaltung des Schutzes“, sind in einem nächsten Schritt die

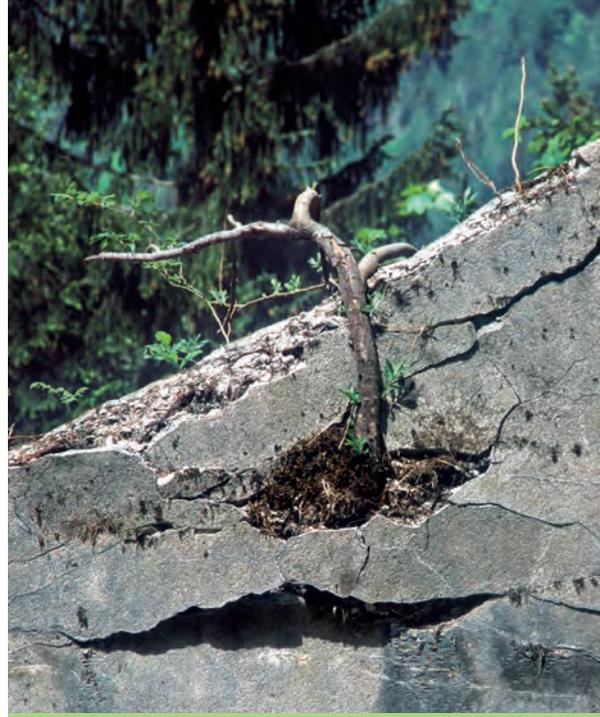


Abb. 3: Erhaltung des Schutzes als Aufgabe am der Schnittstelle zwischen Technik und Natur.
Fig. 3: Sustainability of protection as a task at the edge of technique and nature.

operativen Ziele abzuleiten und die Aufgaben zu definieren. Ansatzpunkt dafür werden zweifellos die bewährten Instrumente im rechtlichen und operativen Bereich bilden.

Keinesfalls sind neue Rechtsnormen erforderlich, um der Überwachung und Erhaltung der Schutzmaßnahmen in Österreich Vorschub zu leisten, es bedarf lediglich einer konsequenten Umsetzung bestehender Regeln und Normen. Ansatzpunkt werden daher die Entwicklung von Handlungsanleitungen (Richtlinien), die Ausbildung von qualifiziertem Personal und die Entwicklung von Organisationsmodellen für die laufende Überwachung und Kontrolle von Einzugsgebieten und Schutzmaßnahmen sein.

Ebenso wenig bedarf es neuer Finanzierungsinstrumente; Katastrophenfonds und Betreuungsdienst haben sich hinreichend bewährt. Viel-

mehr wird man ein verstärktes Augenmerk auf die Effizienz des Mitteleinsatzes legen müssen und eine vorausschauende Finanzplanung anstreben, die auf den Lebenszyklus der Schutzmaßnahmen Rücksicht nimmt.

Ein primäres Ziel ist die Entwicklung einer umfassenden Datenbank aller Schutzmaßnahmen im Wildbach- und Lawinenkataster. Dies setzt sowohl die Entwicklung der entsprechenden Technologie für das Datenmanagement als auch die Inventur und Zustandserfassung des Maßnahmenbestandes voraus.

Schutzanlagen mit hohen Anforderungen an Betrieb und Sicherheit erfordern höhere Standards und funktionsfähige Überwachungsmodelle. Der Entwicklungsschwerpunkt wird daher in der flächendeckenden Einrichtung von Kooperationsvereinbarungen zwischen Betreibern, Behörden und Wasserbauverwaltungen für die Betriebssicherheit der Anlagen, die Entwicklung und Bereitstellung entsprechender Standards (Musterbetriebsordnungen) und die Intensivierung der Ausbildung und Information. Normen und Richtlinien sollen den Stand des Wissens und Technik definieren.

Für die Erhebung des Bauwerkzustandes und die Ableitung von angepassten Sanierungsprogrammen steht heute eine breite Palette von Technologie unterschiedlicher Fachbereiche zur Verfügung. Zustandserfassung und Zustandsbewertung in der Wildbach- und Lawinenverbauung haben sich daher zu einer interdisziplinären Expertenleitung entwickelt.

Die laufende Überwachung der Schutzmaßnahmen stellt schließlich aber auch eine besondere Herausforderung an die Betreiber und Begünstigten der Schutzmaßnahmen dar und appelliert an ihre Eigenverantwortung. Will man den betroffenen Bürger in angemessenem Umfang in die Erhaltungs- und Überwachungsaufgaben integrieren, ist wahrscheinlich noch ein erheb-

liches Maß an Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit erforderlich – und eine „gesunde“ Dosis Anreiz, die die Begünstigten in die Pflicht nimmt. Den Menschen muss bewusst werden, dass Sicherheit ein wertvolles Gut ist und Eigenleistungen angemessen sind. Nicht zuletzt sind Wassergenossenschaften sicherlich zukunftsweisende Modelle im Sinne der Erhaltungsstrategie der Wildbach- und Lawinenverbauung.

Wildbach- und Lawinenverbauung war immer eine auf den Naturraum bezogene Fachdisziplin. Trotz hoher technischer Anforderungen an die Schutzfunktion spielt auch die Frage der Ökologie eine maßgebliche Rolle bei der Umsetzung von Instandsetzungsprogrammen. Die Erneuerung der bestehenden Maßnahmen hat daher so zu erfolgen, dass diese in höchstmöglichem Ausmaß in das Ökosystem und die Landschaft integriert werden und ein Beitrag zur Verbesserung des hydromorphologischen Zustandes der Gewässer geleistet werden kann.

Der Weg ist das Ziel: Die Strategie „Erhaltung des Schutzes“ entsteht, die Ziele kristallisieren sich heraus, die Umsetzung der Maßnahmen hat begonnen. Dem Zweck, dass die Bewahrung des Geschaffenen gegenüber dem stetigen Streben nach Neuem nicht ins Hintertreffen gerät, dient die Aufbereitung und Verbreitung des vorhandenen Wissens. Einen wesentlichen Beitrag dazu liefert diese Publikation, für deren Entstehung ich dem Redaktionsteam und allen Autorinnen und Autoren sehr herzlich danken möchte.

Adresse des Verfassers

Author's adress:

Dipl.-Ing. Maria Patek

Leiterin der Wildbach- und Lawinenverbauung
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Marxergasse 2, 1030 WIEN

maria.patek@lebensministerium.at

ROMANG HANS E., MARGRETH STEFAN

Wirkung von Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren

Effectiveness of Control Structures against Natural Hazards

Zusammenfassung:

Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen und hier speziell von Verbauungen ist eine entscheidende Größe im Risikomanagement. Ihre Abschätzung kann bei allen Prozessen und Schutzbauwerken ähnlich angegangen werden. Das generelle Vorgehen unterscheidet fünf Schritte: Grundlagen, Prozessbeurteilung, Maßnahmenbeurteilung, Wirkungsbeurteilung und Umsetzung. Speziell der vierte Schritt, die Wirkungsbeurteilung, wird hier anhand zweier Beispiele dargestellt: am Beispiel von Wildbachsperrern für den Fall bereits bestehender Bauwerke und am Beispiel des Lawinen-Stützverbaus für den Fall neuer Bauwerke.

Summary:

The effectiveness of protection measures is of pivotal significance in risk management. Its assessment may be arranged in a similar way for different processes such as avalanches or debris flows and for different control structures. The general procedure consists of five main steps: basics, analysis of processes, analysis of control structures, assessment of effectiveness and practical implementation. The assessment of effectiveness is then shown using two examples: the example of torrent check-dams for the case of already existing measures, and the example of snow supporting structures for the case of new measures.

Rolle der Schutzmaßnahmen im Risikomanagement

Schutzmaßnahmen als zentrales Element des Risikomanagements helfen mit, gesellschaftlichen Wohlstand zu sichern und zu fördern. Dies spiegelt sich beispielsweise in der Siedlungsentwicklung im alpinen Raum wider. Siedlungen und Infrastrukturen haben sich in den letzten Jahrzehnten auch in potenziellen Gefahrenräumen enorm entwickelt, unterstützt unter anderem durch Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren (Abb. 1).

Ohne diese Entwicklung weiter zu werten kann festgehalten werden, dass sie für das Risikomanagement eine besondere Herausforderung darstellt. Das Schadenspotenzial in durch Maßnahmen gesicherten Räumen hat zugenommen. Gesellschaftlich wird ein weitgehender Schutz von Menschenleben und erheblichen Sachwerten vor Naturgefahren erwartet. Jeder Schutz hat aber seine Grenzen, sei dies wegen der limitierten Wirkung der Schutzmaßnahmen oder wegen der Unsicherheiten der zu Grunde liegenden Prozessanalysen. Gleichzeitig sind die finanziellen Mittel grundsätzlich knapp und vermehrt durch Unterhalt und Erneuerung bestehender Schutzbauwerke gebunden. Dies schränkt den Spielraum ein und wirft in konkreten Fällen die Frage nach dem optimalen Mitteleinsatz auf.

Ausgehend von seiner naturwissenschaftlich-technischen Basis setzt sich Risikomanagement vermehrt mit sozio-ökonomischen Aspekten auseinander. Nach wie vor ist aber die Frage nach der Wirkung der Schutzmaßnahmen zentral. Nur auf dieser Basis kann überhaupt konkret über die weiteren Ansprüche diskutiert und entschieden werden. Dabei greift das Risikomanagement auf verschiedene Maßnahmen zurück: Verbauungen und biologische Maßnahmen in den Entstehungsgebieten, planerische Vorsorge und Bauauflagen

im Siedlungsgebiet und vorbereitete Notfallmaßnahmen wie Interventionspläne zur Absicherung des Ereignisfalles (Abb. 2).



Abb. 1: Davos (Schweiz) 1893 (Foto: Dokumentationsbibliothek Davos) und 2003. Die Siedlung liegt teilweise im potenziellen Gefahrenbereich von Lawinen und Fließgewässern.

Fig. 1: Davos (Switzerland) 1893 (photo: documentation library Davos) and 2003. The settlement is partly situated in the potential hazard area of avalanches and rivers.



Abb. 2: Mögliche Maßnahmen des Risikomanagements: Verbauungen (links), Ereignismanagement (Mitte) und Raumplanung (rechts).

Fig. 2: Possible interventions for risk control; structural measures (left), event management (middle) and land use planning (right).

Die Frage nach der Wirkung kann bei allen Maßnahmen grundsätzlich gleich angegangen werden. Im Zentrum steht immer die Risikoverminderung, sei dies durch Beeinflussung der gefährlichen Prozesse wie im Fall der Schutzbauten oder durch Steuerung des Schadenspotenzials wie im Fall der Gefahrenzonierung. Der vorliegende Artikel befasst sich speziell mit den Maßnahmen, welche auf den Gefahrenprozess Einfluss nehmen, insbesondere Verbauungen. Exemplarisch werden Beispiele aus dem Lawinen- und dem Wildbachverbau verwendet. Bei der Wirkungsbeurteilung von Verbauungen ist die enge Verbindung von Prozess und Bauwerk typisch: So basiert die korrekte Bemessung auf der Prozessanalyse und das Bauwerk nimmt seinem Zweck entsprechend Einfluss auf den Prozess, wird aber auch durch diesen beeinflusst (Einwirkung, Schädigung).

Wann stellt sich die Frage nach der Wirkung?

Aus praktischer Sicht können drei Aufgabestellungen unterschieden werden, in denen sich die Frage nach der Wirkung stellen kann:

1. Bei der Beurteilung der Wirkung von Maßnahmen im Rahmen von Gefahrenanalysen (Gefahrenkarten): Typisch für diese Situation ist, dass die Schutzbauten unterschiedlichen Alters und Zustandes sind, sie „zufällig“ im Untersuchungsperimeter stehen und eines von mehreren Element in der gesamten Analyse darstellen.

2. Bei der expliziten Überprüfung der Wirkung von Maßnahmen beispielsweise als Grundlage für Sanierungsprojekte oder für eine Sicherheitsplanung: Die Wirkung bestehender Bauwerke wird in Frage gestellt und soll gezielt überprüft werden, allenfalls auch in Varianten mit unterschiedlichen Zukunftsszenarien (Projektvarianten). Dieser Fall ist verwandt mit Punkt 1, in der Regel sind die Arbeiten aber stärker auf bautechnische Aspekte ausgerichtet. Er wird hier nicht

weiter behandelt.

3. Bei einem Wirkungsnachweis neu geplanter Maßnahmen: Bei neuen Investitionen in Schutzbauten muss deren Wirkung belegt werden. Es gilt also vorausschauend die zukünftige Gefahrensituation mit neuen Maßnahmen zu beurteilen. In der Regel werden hier die technischen Aspekte durch die Projektierungsarbeit abgedeckt und die Beurteilung konzentriert sich auf die Prozessanalyse, allenfalls ergänzt durch verschiedene Szenarien hinsichtlich künftiger Entwicklungen.

Die drei Aufgabenstellungen können unabhängig voneinander zur Anwendung kommen. Denkbar sind aber Folgeuntersuchungen etwa von 1. zu 3. (wenn die Analyse den Bedarf nach neuen Schutzmaßnahmen aufzeigt) oder von 2. zu 3. (wenn die Überprüfung zeigt, dass eine Erhaltung im Sinne von Neubau notwendig wird). In diesen Fällen kann der nachfolgende Schritt jeweils auf den Informationen aus dem vorangehenden aufbauen.

Generelle Vorgehensweise:

	Allgemein	Bestehende Maßnahmen (Gefahrenbeurteilung)	Neue Maßnahmen (Wirkungsnachweis)
1. Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> - Auftrag, Abgrenzung - Grundlagen Gefahrenbeurteilung, z.B.-Kataster, Karten. - Grundlagen Maßnahmenbeurteilung, z.B. Projektakten, Zustand. 	Problematisch ist häufig die schlechte Dokumentation sowohl der Maßnahmen als auch der Gefahrensituation.	In der Regel liegen bereits umfangreiche Grundlagen vor (z.B. Gefahrenanalyse, Projektunterlagen).
2. Prozessbeurteilung	<p>Am Standort der Massnahme und oberhalb davon, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gefährdungsbilder, - Einwirkungen - Szenarien 	Je nach Prozess und Maßnahmentyp eher qualitative oder quantitative Methoden.	<p>Eine Gefahrenbeurteilung (Gefahrenkarte) vor Projekt ist eine zwingende Grundlage.</p> <p><i>Gefahrenkarte neu erarbeiten, wenn fehlend!</i></p>
3. Maßnahmenbeurteilung	<p>Bestimmen der Funktionsfähigkeit. Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tragsicherheit - Gebrauchstauglichkeit - Dauerhaftigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Häufig basierend auf Zustandsaufnahmen und Bewertungen im Feld. - qualitativ / quantitativ - nicht bei allen Maßnahmen gleich relevant 	<p>Die Projektierung liefert die notwendigen Angaben und Nachweise. Zu prüfen ist speziell die Überlastbarkeit.</p> <p><i>Abbruch, wenn Projektunterlagen unvollständig.</i></p>
4. Wirkungsbeurteilung	<ul style="list-style-type: none"> - Szenarien inkl. Überlast (Intensität, Wahrscheinlichkeit) - Gefahrenbeurteilung unterhalb der Massnahme - Unsicherheiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Szenarien ergeben sich aus der Kombination von 2 und 3. - Die Wirkungsbeurteilung erfolgt mit den Methoden der Prozessbeurteilung 	Die Wirkungsbeurteilung erfolgt basierend auf den Grundlagen (1) mit den Methoden der Prozessbeurteilung. Ein spezielles Augenmerk gilt dem Überlastfall.
5. Umsetzung	<p>Je nach Fragestellung, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gefahrenkarten - Gefahrenzonen - Sicherheitsplanung - Kosten-Nutzen-Analyse 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultate aus 4. - Speziell zu berücksichtigen sind Unsicherheiten und zeitliche Aspekte (Zukunft allgemein, Unterhalt, Dauerhaftigkeit) > u.U. keine Berücksichtigung der Maßnahmen! 	Wie bei bestehenden Maßnahmen. <i>Keine Anpassung von Gefahrenbeurteilungen, z.B.: wenn Dauerhaftigkeit und Schutzziel nicht kongruent, Unterhalt nicht gesichert oder Wirkung unsicher.</i>

Abb. 3: Arbeitsschritte bei der Beurteilung der Wirkung von Schutzmaßnahmen (bestehende und neue Maßnahmen)

Fig. 3: Main steps of the assessment of the effectiveness of protection measures (existing measures and new ones)

Schritt 1: Grundlagen

Beim Wirkungsnachweis neuer Maßnahmen kann auf die Vorarbeiten zurückgegriffen werden. Bei der Beurteilung bestehender Maßnahmen ist – nebst den ohnehin anfallenden Grundlagenarbeiten für die Gefahrenbeurteilung an sich – der Aufwand meist größer. Verbauungsakten, welche zuweilen unvollständig sind, müssen beschafft werden, Angaben über Ereignisse, Verbauungsschäden und Unterhaltsarbeiten sollten vorliegen und nicht zuletzt muss der aktuelle Zustand bekannt sein.

Schritt 2: Prozessbeurteilung

Bei neuen Maßnahmen stellt die Beurteilung der Ausgangssituation die Vergleichsbasis dar und ist deshalb Voraussetzung für eine weitere Bearbeitung. Bei bestehenden Maßnahmen werden in diesem Schritt die Prozessangaben erarbeitet, welche die nachfolgende Maßnahmenbeurteilung ermöglichen. Wie weit bei bestehenden Maßnahmen die Prozessanalyse bereits in dieser Phase geht, hängt vor allem vom Maßnahmentyp ab. Es kommen sowohl eher qualitative Ansätze (z.B. Beschreibung der Prozesseinwirkungen mittels Gefährdungsbildern, was aber selbstverständlich einzelne „exakte“ Werte nicht ausschließt) als auch eine weitgehende Quantifizierung (ohne qualitative Aspekte wie z.B. „das Verbauungskonzept an sich auszublenden“) zur Anwendung. Wohlgedenkt: Diese Unterscheidung qualitativ – quantitativ gilt nur für die Vorbereitung des nachfolgenden Schrittes der Maßnahmenbeurteilung und nicht generell für die Beurteilung der Wirkung. Hier ist immer Quantifizierung gefordert.

Schritt 3: Maßnahmenbeurteilung

Die Beurteilung führt zur Einschätzung der Funktionsfähigkeit der Massnahme. Es wird zwischen voller, eingeschränkter und fehlender Funktionsfähigkeit (Versagen) unterschieden. Der

Begriff Funktionsfähigkeit drückt den eigentlichen Zweck einer Schutzmaßnahme gut aus, ist durch anderweitige Verwendung nicht bereits missverständlich belegt wie andere technische Begriffe und offen für den Einbezug verschiedener Kriterien inklusive solcher zur Beurteilung nicht-baulicher Maßnahmen.

Für Verbauungen wird zur Herleitung der Funktionsfähigkeit auf die Kriterien Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit abgestützt, welche durch die einschlägigen Normen und Richtlinien vorgegeben sind (SIA, 2003). Deren Nachweis darf bei neuen Maßnahmen vorausgesetzt werden. Auch bei bestehenden Maßnahmen wird auf diesen Kriterien basiert (vgl. ROMANG, in diesem Heft). Allerdings können sie auch hier nur beurteilt werden unter Kenntnis sowohl des Bauwerkes (Konzeption, Bemessung, Zustand) als auch der Einwirkung. Sowohl qualitative als auch quantitative Ansätze kommen zur Anwendung:

- Der quantitative Ansatz wird dort eingesetzt, wo sich die Verbauungsbeurteilung stark auf eine oder wenige Zahlengrößen abstützt (Bsp. Hochwasserdamm, Steinschlagnetz) oder wo die weitgehende Prozessbeurteilung bereits an dieser Stelle, d.h. vor der Maßnahmenbeurteilung, im Arbeitsablauf schlicht logisch ist (Bsp. Geschiebesammler, Ablenk- und Rückhaltebauwerke allg.).
- Der qualitative Ansatz kommt dann zum Zuge, wenn die Einwirkungen und die Bauwerkseigenschaften kaum quantitativ verknüpft werden können oder mehrere und unterschiedlich zu bestimmende Einwirkungen relevant sind (Bsp. Wildbachsperrern, Rutschverbau, biologische Maßnahmen), oder wenn bereits qualitativ auf dieser Stufe genügend Beurteilungssicherheit besteht, etwa weil die zu erwartenden Variabilitäten begrenzt und abschätzbar sind oder die Werke etwa hinsichtlich Stabilität große Sicherheitsreserven aufweisen (Bsp. Lawinen-Stützverbau, Erd-

dämme im Lawinen- und Steinschlagschutz). Zur Anwendung des qualitativen Ansatzes kann auf den bereits erwähnten Artikel von ROMANG im vorliegenden Heft verwiesen werden.

Die Bearbeitungstiefe variiert je nach Typ und Umfeld. Während die Fragen etwa bei einem Lawinendamm in der Regel rasch und verlässlich zu beantworten sind, ist im Fall von älteren Wildbachsperrern eine Beurteilung im Gelände erforderlich und es verbleiben Unsicherheiten. Die Unterscheidung in „einfache“ und „aufwendige“ Beurteilung gilt selbstverständlich nur für den aktuellen Schritt 3 und nicht für die gesamte Wirkungsbeurteilung.

Schritt 4: Wirkungsbeurteilung

Die Wirkungsbeurteilung wird im Folgenden anhand der Beispiele ausführlich thematisiert. Vereinfacht gesagt geht es darum, mit den bekannten Methoden der Prozessbeurteilung den Einfluss der Maßnahmen unter Kenntnis ihrer Funktionstüchtigkeit abzuschätzen und in den Szenarien zu berücksichtigen. Zu betonen ist, dass sowohl bei bestehenden als auch bei neuen Maßnahmen Szenarien einbezogen werden, welche nicht den bekannten, angenommenen oder vermuteten Grundlagen der Verbauungsbeurteilung entsprechen (Überlastfall). Resultat dieses Schrittes sind quantitative Aussagen zur Intensität und Wahrscheinlichkeit, welche dann beispielsweise bei neuen Maßnahmen den Vergleich zur Ausgangssituation und so den Nachweis der Wirksamkeit ermöglichen.

Schritt 5: Umsetzung

In der Umsetzung werden schliesslich die Erkenntnisse entsprechend der Aufgabenstellung umgesetzt. Dieser Schritt wird hier nicht weiter thematisiert.

Beurteilung der Wirkung von bestehenden Maßnahmen im Rahmen der Gefahrenkartierung – Beispiel Wildbachsperrern

Sperren reduzieren je nach ihrer Funktionsfähigkeit im Vergleich zum unverbauten Zustand das erodierbare Potenzial. Im Versagensfall fällt diese Funktion weg. Dieser Einfluss auf die Prozessintensität wird nachfolgend noch erörtert. Den verschiedenen Ereignissen respektive Szena-

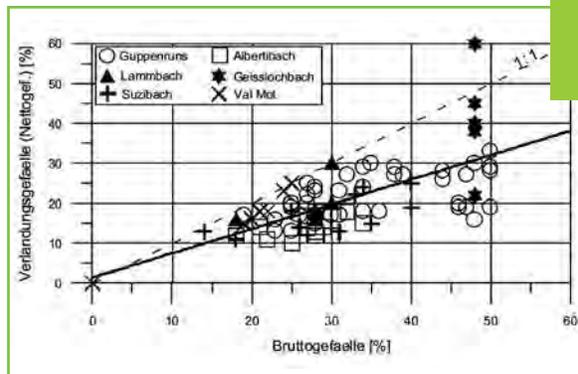


Abb. 4: Vergleich des aktuellen Gefälles (Verlandungsgefälle) in verbauten Wildbächen (Sperrentreppen) mit dem Gefälle vor Verbau (Bruttogefälle)

Fig. 4: Current bed-slope in torrent channels stabilized by check-dams compared to the original slope before stabilization

rien und damit auch dem Verbauungsverhalten müssen zudem Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden. Diese Aufgabe wird für die Verbauungen bereits durch den Schritt 3 (Maßnahmenbeurteilung) übernommen. So kann eingangs der Wirkungsbeurteilung je Einzelbauwerk bereits festgelegt werden, bei welchem Szenario (bei welcher Wahrscheinlichkeit) mit welcher Funktionsfähigkeit gerechnet wird. Erst dann wird mit dieser Zusatzinformation die Feststoffabschätzung vorgenommen.

Volle Funktionsfähigkeit

Ist eine Sperre funktionsfähig, kann sie ihren Hauptfunktionen Stabilisierung der Sohle und allenfalls der Einhänge (Konsolidierung)

Abb. 5:
Durch seitliche Einrutschung teilweise verkleuste Abflusssektion.

Fig. 5:
Partly clogged cross-section of a check-dam due to slope instability.



nachkommen. Dies ist nicht gleichbedeutend mit Erosion null. Sperrentreppen können sowohl einen rückhaltenden Effekt haben (ROTH ET AL., 2000, LEITGEB, 2002) als auch in begrenztem Ausmaß wiederum Geschiebe bereithalten. So zeigt eine Auswertung von Gefällsmessungen in verschiedenen Wildbächen in der Schweiz, dass sich nach längerer Zeit in der Sperrentreppe ein Gefälle einstellt, welches etwa im Mittel zwei Drittel des Gefälles vor Verbau beträgt (Abb. 4).

Dies ist gleichbedeutend mit Geschiebeablagerungen, welche wieder ausgeräumt werden können. Gerade mit langfristiger Optik ist es deshalb in der Regel angebracht, von einem verbleibenden Erosionspotenzial selbst bei voll funktionsfähigen Sperren zu rechnen. Dieses kann anhand der geometrischen Randbedingungen (z.B. aktuelles Gefälle, Grenzgefälle gemäß Transportkapazitätsrechnung, Länge, Breite) bestimmt werden (ROMANG, 2004).

Eingeschränkte Funktionsfähigkeit

Einschränkungen sind meist mit einem Mangel bei der Gebrauchstauglichkeit verbunden. Typisch ist bei Sperren eine verkleuste Abflusssektion (Abb. 5).

Eine mögliche Folge einer derart eingeschränkten Funktionsfähigkeit ist der Wasserabfluss über die Flügel und schließlich stärkere Hangerosion. Sehr rasch wird in solchen Fällen auch ein Versagen der Sperre denkbar, die Übergänge sind fließend. Fälle mit eingeschränkter Funktionsfähigkeit sind individuell zu beurteilen. Es darf vermutet werden, dass in Fällen, wo im selben Bach bereits Szenarien mit Versagen eine Rolle spielen oder der Fall der vollen Funktionsfähigkeit wie oben angeregt vorsichtig abgeschätzt wird, die eingeschränkte Funktion bei Sperren weniger Bedeutung hat. In Fällen aber mit sehr guter Wirkung bei voller Funktionsfähigkeit und fehlendem Versagen im Szenarienset, kann diese Einschätzung sehr bedeutend werden. Man denke dabei über die Wildbachsperren hinaus beispielsweise an jene Geschiebesammler, welche zeitweise durch Lawinenablagerungen in ihrer Funktion eingeschränkt werden.

Fehlende Funktionsfähigkeit, Versagen

Versagt eine Sperre, kann das dahinter gespeicherte Material mobilisiert werden. Nicht in jedem Fall erfolgt aber eine vollständige Mobilisierung. So wirkt auch die umgestürzte Sperre stabilisierend, der Geschiebekörper selbst ist nicht à priori instabil, liegt doch das Gefälle auch nach Versagen im Bereich des Bachgefälles vor Verbau, oder das Ereignis dauert vielleicht zu kurz. In anderen Fällen kann die Mobilisierung noch grösser sein, insbesondere durch Aktivierung der durch den Verbau in vielen Fällen konsolidierten Einhänge, teilweise verstärkt durch Abflussumlenkung infolge der liegenden Sperre. Der geometrisch bestimmbare Körper hinter der Sperre soll die Richtgröße für die Abschätzung darstellen (vgl. ROMANG, 2004). Anpassungen nach oben (mehr Geschiebe) oder unten (weniger Geschiebe) sind denkbar. Angesichts der ohnehin relativ schwerwiegenden Situation eines Versagens dürfte aber in der Regel die systematische Annäherung genügend genau sein.

Im Zusammenhang mit dem Versagen von Sperren wird auch immer auf die Gefahr von Folgeeffekten bis hin zum kollapsartigen Versagen einer gesamten Sperrentreppe hingewiesen. Diese Möglichkeit wurde durch Ereignisse bestätigt. Trotzdem dürfte sie nicht die Regel sein. Nicht jedes Sperrenversagen löst eine Kettenreaktion aus. Kritischer scheinen Situationen in relativ steilen Gerinnen und mit engem Bezug zwischen den einzelnen Sperren (Vollverbau) bis hin zur baulichen Verbindung (z.B. Holzsperrentreppen). Ganz klar ist diese Möglichkeit immer in Betracht zu ziehen. Die Einschätzung ihrer Wahrscheinlichkeit erfolgt individuell. Pragmatisch scheint es angebracht, bei Versagen einer Sperre ein Folgeversagen von 1 bis 3 Bauwerken oberhalb zu prüfen. Extremere Folgen wären dann eher im Sinne eines Überlastfalles zu behandeln, sollten aber grundsätzlich thematisiert werden.

Fazit

Die Wirkung von Sperren auf die Prozessintensität kann über die Geschiebeabschätzung beurteilt werden. Je nach Funktionsfähigkeit und unter Berücksichtigung der jeweiligen Situation wird der Geschiebeauftrag aus den Sperren bestimmt. Die Unsicherheiten der gesamten Abschätzung sind durchaus nicht unerheblich. Dies zeigt auch der soeben angeschnittene Fall des Sperrenkollapses. Durch die nachvollziehbare Bestimmung der maßgebenden Größen, insbesondere der Funktionsfähigkeit der Bauwerke, und die Gliederung in Szenarien dürfte aber in der Regel doch ein angemessenes Abbild der Realität gezeichnet werden.

Beurteilung der Wirkung von neuen Maßnahmen (Wirkungsnachweis) – Stützverbau

Stützverbauungen haben die Aufgabe, den Anbruch von Lawinen zu verhindern oder zu-mindest entstehende Schneebewegungen, die nie vollständig unterbunden werden können, auf ein unschädliches Maß zu beschränken. Voll entfaltete Lawinen entwickeln Kräfte, die in der Regel von Stützwerken nicht mehr aufgenommen werden können. Die Wirkungsweise von Stützverbauungen beruht darauf, dass der kriechenden und gleitenden Schneedecke eine im Boden verankerte, bis an die Schneeoberfläche reichende Stützfläche entgegengestellt wird. Im Staubereich werden die vorhandenen schneebrettbildenden Scher- und Zugspannungen vermindert. Bricht eine Lawine in einem verbauten Gebiet an, kommt das Brems- und Auffangvermögen der Werke zum Tragen.

Für die Planung und Bemessung von Stützverbauungen stellt die technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet (MARGRETH, 2007) den Stand der Technik dar. Ist ein Stützwerk gemäß Richtlinie bemessen,



Abb. 6: Lawinenanbruch neben einer Verbauung mit Schneenetzen im Skigebiet von Grindelwald (Photo H. Buri, Amt für Wald, Interlaken) sowie in einer Stützverbauung am Oberalppass

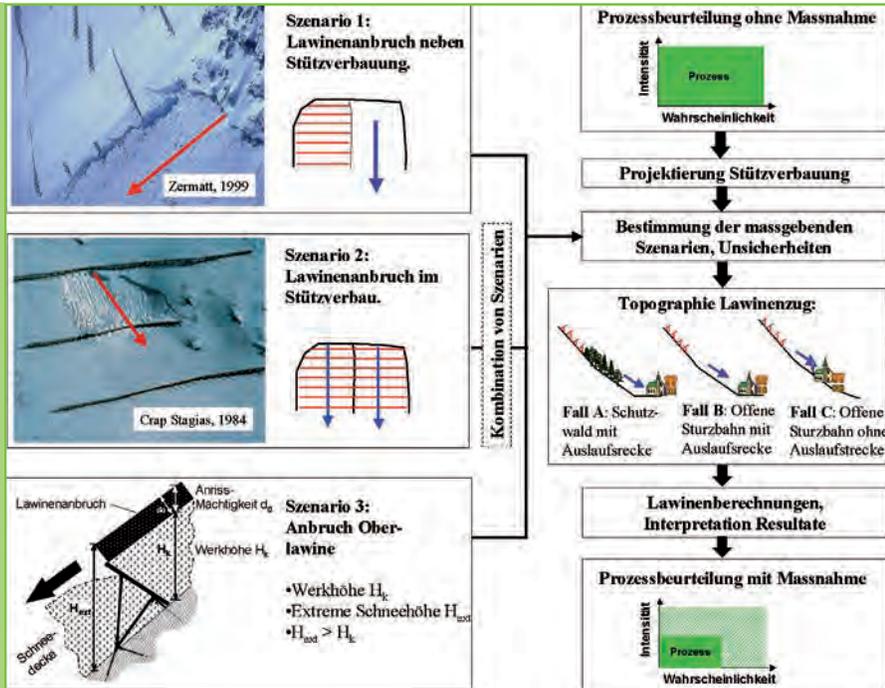
Fig. 6: Avalanche release beside snow nets in the ski resort of Grindelwald (left) as well as in a controlled area on Oberalppass

kann man davon ausgehen, dass Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit erfüllt sind und die volle Funktionsfähigkeit gewährleistet ist. Langjährige Erfahrungen zeigen, dass richtlinienkonforme Verbauungen im Allgemeinen

eine gute Wirkung haben (Abb. 6). Wird die zukünftige Wirkung einer Maßnahme beurteilt, muss zuerst eine Prozessbeurteilung ohne Maßnahmen erstellt werden (Schritt 2, Abb. 3). Dazu sind die maßgebenden Szenarien (z.B. Fläche und An-

Abb. 7: Vorgehen bei der Wirksamkeitsbeurteilung einer Stützverbauung.

Fig. 7: Procedure for the assessment of the effectiveness of snow supporting structures.



rissmächtigkeit einer Lawine) zu definieren. Eine Stützverbauung reduziert die Gefährdung, indem die Anbruchwahrscheinlichkeit und das Volumen der anbrechenden Schneemassen verkleinert werden. Die Hauptaufgabe der Wirkungsbeurteilung (Abb. 7) besteht darin, die durch die Wirkung der Verbauung geänderten Szenarien realistisch zu erfassen. Man muss festlegen, aus welchen verbauten respektive nicht verbauten Anrissgebieten noch wie große Lawinen anbrechen können.

Mit den Instrumenten der Prozessbeurteilung, wie z.B. lawinendynamischen Berechnungen (SLF, 1999), kann anschließend mit den reduzierten Szenarien die Wirkung quantifiziert werden. Mögliche Unsicherheiten sind durch eine vorsichtige Wahl der Szenarien abzudecken. Für die Quantifizierung der Wirkung ist im Allgemeinen eines der folgenden Szenarien maßgebend.

Szenario 1:

Lawinenanbruch neben einer Stützverbauung

Dies ist das am einfachsten zu behandelnde Szenario mit den kleinsten Unsicherheiten. Für die nicht verbauten Anrissgebiete werden lawinentechnische Berechnungen durchgeführt. Die Anrissmächtigkeit wird für die jeweilige Höhenlage und Hangneigung bestimmt. Für dieses Szenario werden Wiederkehrdauern ab 30 Jahren untersucht. Der Entscheid, welche Anrissgebiete gleichzeitig anbrechen können, kann schwierig sein. Infolge der kleineren Anbruchkubaturen ergeben sich kürzere Auslaufstrecken.

Szenario 2:

Lawinenanbruch in einer Stützverbauung

Um die Auswirkungen von einem Lawinenanbruch in einer Stützverbauung bestimmen zu können gibt es keine angepassten Berechnungsmodelle. In der Praxis werden die folgenden zwei empirischen Ansätze eingesetzt:

- Ansatz A: Die maßgebende Lawinen-

geschwindigkeit zur Berechnung des Durchflusses wird nach einer Distanz berechnet, die dem mittleren Abstand zwischen den Werkreihen entspricht. Nach einer Fließstrecke von 20 m werden nur 50 bis 60 % der Endgeschwindigkeit erreicht. Mit dem reduzierten Durchfluss wird die Lawinenauslaufstrecke berechnet.

- Ansatz B: Die Brems- und Auffangwirkung der Stützwerke wird mit einem kleineren Faktor der turbulenten Reibung ξ berücksichtigt. Daraus resultiert eine kleinere Geschwindigkeit, eine kleinere Durchflussmenge und folglich kürzere Auslaufstrecken. Im analytischen Voellmy-Salm-Modell (SALM, 1990) kann ξ mit ca. 280m/s^2 eingesetzt werden (FRUTIGER, 1988). Für Berechnungen mit dem numerischen Modell AVAL-1D (SLF, 1999) bestehen bis heute nur wenige Erfahrungen. Mit einem ξ von 400m/s^2 ergaben sich in praktischen Anwendungen plausible Resultate.

Die zu wählenden Anrissmächtigkeiten können im Vergleich zum unverbauten Gelände eher kleiner gewählt werden, weil ein Teil der anbrechenden Schneemassen durch die Werkreihen aufgefangen wird. Infolge der Abstützung der Schneedecke nimmt die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenanbruches ab. Um einen 300-jährlichen Lawinenanbruch zu modellieren, dürften Anrissmächtigkeiten angezeigt sein, die einem 30- bis 100-jährlichen Schneedeckenzuwachs entsprechen. Bei diesem Szenario spielt die Topographie unterhalb der Verbauung eine große Rolle (vgl. Abb. 7).

Szenario 3:

Anbruch einer Oberlawine

Die Verbauung ist überschneit und nachfolgende Schneefälle führen zum Anbruch einer Oberlawine. Für dieses Szenario sind je nach gewählter Werkhöhe Wiederkehrdauern ab etwa 100 Jahren zu untersuchen. In der Praxis werden die fol-

genden zwei pragmatischen Ansätze verwendet, um die Anbruchmächtigkeit einer Oberlawine festzulegen (MARGRETH, 2002). Um diese Abschätzungen durchführen zu können, ist die Verwendung von Extremwertstatistiken einer nahegelegenen, repräsentativen Messstelle erforderlich.

- Ansatz A: Es wird angenommen, die Differenz ΔH zwischen der Werkhöhe H_k und der 300-jährlichen extremen Schneehöhe H_{ext} im verbauten Anrissgebiet entspreche der mittleren Anrisshöhe. Die Anrissmächtigkeit d_0 kann aus der Differenz ΔH in Abhängigkeit der Hangneigung nach SALM (1990) bestimmt werden.

- Ansatz B: Es wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit $P_{k'}$, dass das Stützwerk eingeschnitten ist, multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit P_{Δ} für einen dreitägigen Schneehöhenzuwachs ΔH_{S3} gleich der Wahrscheinlichkeit P_L von 1/300 ist, was einer Wiederkehrdauer von 300 Jahren von sehr seltenen Lawinen entspricht ($P_L = P_{k'} \cdot P_{\Delta}$). Je nach gewählter Werkhöhe bleiben für den dreitägigen Schneehöhenzuwachs grössere oder kleinere Anrisshöhen und Wiederkehrdauern, was grössere oder kleinere Kubaturen der abgleitenden Oberlawinen zur Folge hat. Die Anrissmächtigkeit d_0 kann aus ΔH_{S3} in Abhängigkeit der Hangneigung nach SALM (1990) bestimmt werden.

Typischerweise betragen die rechnerischen Anrisshöhen von Oberlawinen bei einer korrekten Wahl der Werkhöhe rund 40 bis 60 cm.

Wenn die maßgebenden Szenarien einmal festgelegt wurden, unterscheidet sich die Prozessbeurteilung kaum von einer Situation ohne Maßnahmen. Allerdings beinhaltet die prospektive Beurteilung der Wirkung von Stützverbauungen größere Unsicherheiten als wenn eine Beurteilung nach einer mehrjährigen Bewährungsphase erfolgt. Sehr wesentlich ist zudem, dass die Eigenheiten des Standortes berücksichtigt werden. An Standorten, wo die Prozessbeurteilung schon ohne

Maßnahmen sehr schwierig ist, ist die Bestimmung der Wirkung bedeutend unsicherer als in einer übersichtlichen, klar gegebenen Gefahrensituation. Im Vergleich zu Lawinauffangdämmen ist die Beurteilung von Stützverbauungen einfacher, da die Wirkung von beobachtbaren oder messbaren Größen wie der Schneehöhe abhängt. Die Wirkung eines Auffangdammes hängt hingegen zum großen Teil von der Aufprallgeschwindigkeit der Lawine ab. Geschwindigkeiten lassen sich kaum beobachten und müssen daher rechnerisch mit den entsprechenden Unsicherheiten bestimmt werden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Beurteilung der Wirkung von Schutzmaßnahmen kann nach einem einheitlichen Vorgehen gestaltet werden. Dies ermöglicht etwa den Vergleich zwischen verschiedenen Prozessräumen. Das Vorgehen muss aber die notwendigen Anpassungen an die verschiedenen Prozesse und Maßnahmentypen ermöglichen, das heißt es soll den Rahmen festlegen, in der Anwendung aber Freiheiten zugestehen. So ist etwa bei bestehenden Wildbachsperrern für die Maßnahmenbeurteilung eine größere Bearbeitungstiefe nötig bei Lawinerverbauungen, zumindest wenn diese richtlinienkonform ausgeführt wurden. Ebenso bestehen Unterschiede in der Wirkungsbeurteilung an sich, d.h. der Verbindung von Bauwerk und Prozess. Dies ist verständlich, stützt sich dieser Schritt doch auf die Methoden der Prozessbeurteilung ab, welche in den verschiedenen Bereichen unterschiedlich weit entwickelt sind.

In der Schweiz bearbeitet eine Arbeitsgruppe mit Experten aus Forschung, Praxis und Verwaltung unter dem Titel „Beurteilung der Wirkung von Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung“ gegenwärtig die Thematik. Aktuell

wird die generelle Vorgehensweise erarbeitet und offene Fragen werden formuliert. In einer zweiten Phase sollen dann auf einer detaillierteren Stufe Grundlagen und Methoden für spezifische Maßnahmentypen erarbeitet werden. Mit dem Fokus auf der Raumplanung wird auch die Umsetzung thematisiert: Wie soll die Raumnutzung in gesicherten Räumen gestaltet werden? Welche Risiken sollen oder müssen akzeptiert werden, welche Nutzungsmöglichkeiten sollen und dürfen realisiert werden? Dies sind wichtige Fragen des Risikomanagements, welche deutlich machen, weshalb der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen insbesondere auch über längere Zeit eine große Bedeutung zukommt.

Literatur/ References

FRUTIGER H. (1988):
Über die Wirksamkeit der Stützverbauungen von Lawinen, Interpraevent 1988, Graz/Österreich.

LEITGEB M. (2002):
Event documentation – useful tool for risk analysis and proper risk management. International Congress Interpraevent 2002 in the Pacific Rim, Band 1: 325-334. Tokyo: Nissei Eblo Co. Ltd.

MARGRETH S. (2007):
Technische Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Umweltwissen. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. 134 S.

MARGRETH S. (2002):
Wirkung von Maßnahmen im Spannungsfeld von Gefahrenbeurteilung und Nutzungsplanung: Möglichkeiten, Konsequenzen und Probleme bei deren Einschätzung – eine Übersicht. FAN-Workshop Bad Ragaz, Oktober 2002. 29 S.

ROMANG H. (2004):
Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmaßnahmen. Geographica Bernensia, G 73, Bern.

ROTH M., BEZZOLA G.R., HUNZINGER L., FÄH R., MINOR H.-E. (2000):
Risikountersuchung an einem Wildbach bei Luzern (Schweiz). Internationales Symposium Interpraevent 2000, Band 2: 293-304. Villach: Kreiner Druck.

SALM B. (1990):
Berechnung von Fliesslawinen – eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. SLF-Mitteilung Nr.46, Davos.

SIA (SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREIN) (2003):
Einwirkungen auf Tragwerke. SIA Norm 260.

SLF (1999):
Neue Berechnungsmethoden in der Lawinengefahrenkartierung – Unterlagen zum Berechnungsmodell AVAL-1D, SLF.

Adressen der Verfasser / Author's adress:

Dr. Hans Romang, Dipl. Ing. Stefan Margreth
Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
Flüelastrasse 11, 7260 DAVOS DORF
Schweiz



EISEN WAGNER

Gesellschaft m.b.H.
EISENGROSSHANDLUNG
4910 RIED IM INNKREIS
Telefon Nr. (07752) 910
Telefax 07752/82671
wagner@eisen-wagner.at
www.eisen-wagner.at

HAUSRAT

SANITÄR UND HEIZUNG

LANDMASCHINEN-ERSATZTEILE

ÖFEN UND HERDE

WERKZEUGE

METALLE

WALZMATERIAL

ROHRE

RUDOLF-MIKLAU F., AGERER H.

Lebenszyklusbezogenes Management für Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung: Strategische und praktische Dimension

Life cycle based management of torrent and avalanche control works: The strategic and practical dimension

Zusammenfassung:

Der Beitrag geht der Frage nach, wie der in vielen anderen Bereichen des Produktions- und Bauwesens eingeführte Ansatz des Life Cycle Managements (LCM) auf die vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung zum Schutz vor Naturgefahren ausgeführten Maßnahmen Anwendung finden kann. Ausgehend von der Feststellung eines großen Nachholbedarfs bei der Zustandserfassung der Schutzanlagen und dem Kostenmanagement für deren Unterhalt zeigt sich der theoretische Wert einer auf den Lebenszyklus bezogenen Betrachtung. Die effiziente Anwendung des Life Cycle Costing (LCC) für die Optimierung der Erhaltungsstrategien des FTD für WLW setzt jedoch die Entwicklung fundamentaler Instrumente (Anlagenkataster, operative Modelle zur Überwachung der Schutzanlagen) voraus; zudem kristallisieren sich technische Hindernisse (z. B. Unvorhersehbarkeit von Extremereignissen) für einen praktischen Einsatz von LCC-Modellen heraus. Abschließend wird die strategische Dimension des Life Cycle Managements für Schutzmaßnahmen dargestellt.

Summary:

The article deals with the question, how the principles of life cycle management (LCM) well introduced in other fields of production and building trade, can be applied for protection measures of torrent and avalanche control. Based on the fact that there is a great need of improvement concerning the monitoring of the condition of protection works and the cost-management for the maintenance the theoretical value of a life-cycle oriented concept is discussed. The effective application of life cycle costing (LCC) in order to optimize the maintenance-strategies of torrent and avalanche control presupposes however the development of basic instruments (like a digital cadastre of protection measures, operational models for the recurrent supervision of protection works), in addition various technical obstacles are summarized that obstruct the practical application of LCC-models in torrent and avalanche control (e. g. prognosis of extreme events). In conclusion the article points out the strategic dimension of LCC for natural hazard protection.

Einleitung

Schutzbauwerke des FTD f. WLW werden in Österreich seit dem Jahr 1883 systematisch errichtet und in Stand gehalten. Zurzeit investiert der Bund jährlich rund € 45 Mio. in technische Wildbachschutzmaßnahmen, € 10 Mio. in Lawinenschutzmaßnahmen und € 4 Mio. in Erosionsschutzmaßnahmen (Steinschlag, Rutschungen)¹. Insgesamt wurden im Jahr 2006 in Österreich € 112.056.000,- in technische Schutzmaßnahmen investiert. (BMLFUW, 2007)

Im Lauf der Zeit wurde ein umfangreicher Bestand an Anlagen mit direkter Schutzwirkung für den Siedlungsraum und für Infrastruktureinrichtungen geschaffen, der die Grundlage für ein – im Vergleich zu anderen Ländern – außergewöhnlich hohes Sicherheitsniveau vor Naturgefahren und damit vieler Orts auch eine Voraussetzung für die Besiedelbarkeit der betreffenden Region bildet. Die laufende Erhaltung der Schutzwirkung dieser Anlagen (Schutzbauwerke) sowie im Bedarfsfall die Sanierung und Erneuerung des Bauzustandes stellt die Voraussetzung dar, dass das erreichte Sicherheitsniveau nachhaltig bestehen bleibt.

In der Theorie stellen die bisher getätigten, kapitalisierten Investitionen in diese Schutzanlagen ein „Bruttoanlagevermögen“ dar. Eine Aufrechnung der auf den gegenwärtigen Wert valorisierten Gesamtinvestitionen in den Schutz vor Wildbächen, Lawinen und Erosion in Österreich in der Zeit von 1883 bis 2006 ergibt eine Summe von rund € 8.200 Mio. (LÄNGER, 2003 ergänzt) Dieser Betrag ist jedoch nur sehr bedingt aussagekräftig und beinhaltet alle Wertverluste durch Verfall und Zerstörung von Anlagen sowie auch Reinvestitionen für Erhaltung und Erneuerung. Auf der Nutzenseite könnte ein volkswirtschaftlicher Vermögenswert bestehender Schutzanlagen stehen (Bruttoschutzwert), der durch Bewertung aller geschützten materiellen und immateriellen Güter

(in Roten und Gelben Gefahrenzonen) ermittelt werden könnte.²

Traditionell ist der FTD f. WLW auf die Herstellungsphase der Schutzmaßnahmen fokussiert, vernachlässigt jedoch häufig die Kosten (Leistungen) in der Betriebsphase, ein Umstand, der sich vor allem in der Kostenkalkulation und der ökonomischen Bewertung von Maßnahmenalternativen widerspiegelt.

Dieser Beitrag geht der Frage nach, wie der in anderen Bereichen der Produktion und des Bauwesens gut eingeführte Ansatz des Life Cycle Management (LCM)³ auf die vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung zum Schutz vor Naturgefahren getätigten Maßnahmen übertragen werden könnte. Die eigent-



Abb. 1: Die nachhaltige Sicherung der Schutzwirkung von Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung ist von grundlegender Bedeutung. Die auf den gesamten Lebenszyklus der Anlagen bezogene Betrachtung der Kosten ermöglicht eine umfassende ökonomische Bewertung der Investitionen bzw. alternativer Maßnahmenvarianten.

Fig. 1: The sustainability of the protection function of torrent and avalanche control measures is of fundamental importance. The analysis of costs related to the whole life cycle of a building supports the economic assessment of investments and the comparison alternatives for protection concepts.

¹ Weitere finanzielle Beiträge kommen von den Bundesländern und Interessenten (Gemeinden, Wassergenossenschaften, sonstige).

² Entsprechende Bewertungen sollen im Rahmen eines Projektes des BMLFUW gemeinsam mit dem WIFO durchgeführt werden.

³ Betrachtung der Kosten und Leistungen bezogen auf die gesamte Lebensdauer eines Bauwerkes.

liche Herausforderung liegt darin, Prinzipien und Instrumente des Bauwerksmanagements trotz aller naturräumlichen und technischen Grenzen, die der Schutz vor Naturgefahren der Anwendung theoretischer Modelle setzt, für strategische und praktische Zwecke nutzbar zu machen.

Darüber hinaus zielen ökologisch motivierte Entwicklungen in der Gesetzgebung auf europäischer Ebene darauf ab, die traditionelle Rolle des Produzenten (Herstellers) auszuweiten und diesen auch für die Entsorgung seiner Produkte nach Ablauf der Nutzungsdauer verantwortlich zu machen. Das Design neuer Produkte wird daher aus strategischen Überlegungen verstärkt auf eine möglichst lange Lebensdauer und eine optimale Verwertungs- oder Entsorgungsmethode setzen,

ein Trend, der auch den Schutz vor Naturgefahren nicht unberührt lassen wird.

Lebenszykluskosten für Schutzanlagen (Life Cycle Costing)

Die übliche Betrachtungsweise für Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung sieht die Planung und Errichtung der Maßnahmen im Mittelpunkt (Herstellungsphase). Die Kalkulation der Gesamtkosten von Projekten umfasst daher die Planungs- und Baukosten sowie die Kosten für alle Nebenleistungen, die bis zur Herstellung der vollständigen Schutzwirkung erforderlich sind. Die während der Betriebsphase der Anlagen (bis zu deren Verfall oder Abtrag) anfallenden Kosten werden hingegen in der Kostenkalkulation kaum

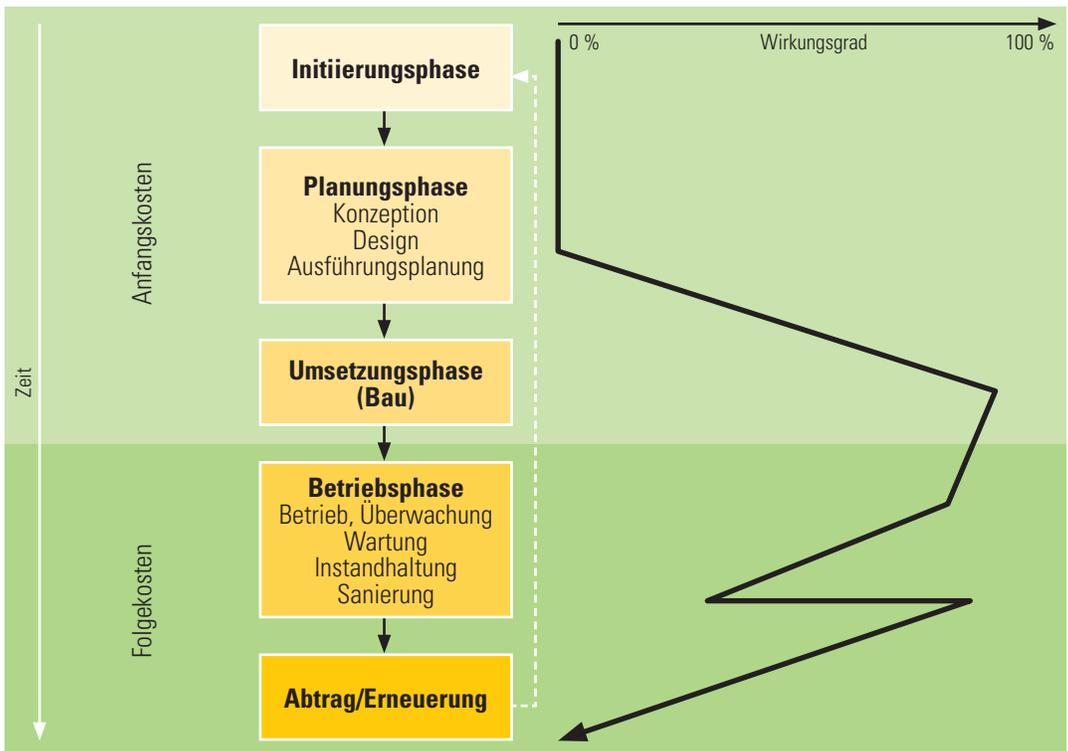


Abb. 2:
Schematische Darstellung der Lebenszykluskosten für Schutzanlagen der Wildbach- und Lawinenverbauung über deren gesamte Nutzungsdauer. Der Ansatz basiert auf einer gesamtheitlichen Betrachtung aller Kosten bezogen auf die Entstehungsphase.

Fig. 2:
Schematic figure of life cycle costs for protection measures in torrent and avalanche control for the whole physical life: This approach is based on the holistic assessment of all costs related to the phases of evolution.

berücksichtigt.

Auch in operativer Hinsicht wird die Betriebsphase von Schutzanlagen nicht als Teil eines Projektes betrachtet. Vielmehr stellt der Unterhalt der Anlagen eine gesetzlich festgelegte Aufgabe dar, die in der Regel vom FTD f. WLW für den Unterhaltspflichtigen – dh. den oder die Interessenten – anlassbezogen und nicht aufgrund eines vorausschauenden Erhaltungsprogramms betrieben wird.

Das Konzept eines auf die Kosten innerhalb eines Lebenszyklus abstellenden Kostenmanagements (Life Cycle Costing/LCC) bezieht neben den Planungs- und Baukosten auch die Erhaltungskosten für die gesamte Lebensdauer von Anlagen mit ein. Darüber hinaus werden alle anderen Kosten berücksichtigt, die während der Nutzungsphase anfallen. Ziel ist es, die Kosten über den Lebenszyklus der Anlage zu optimieren.

Üblicherweise umfassen die Lebenszykluskosten von Anlagen folgende Kategorien:

- Planungskosten
- Baukosten
- Betriebskosten
- Instandhaltungs- und Wartungskosten
- Instandsetzungs- u. Sanierungskosten
- Kosten für eine spätere Nutzungsänderung
- Kosten des Abtrags inkl. Entsorgungskosten

Bei gleicher Schutzfunktionalität führt die Anwendung des Life Cycle Costing in manchen Fällen zu anderen Ergebnissen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Investitionen als eine rein auf Planungs- und Baukosten abzielende Betrachtung. Dies kann einfach an den nachfolgenden Beispielen aus der gesamten Bandbreite des Schutzes vor Wildbächen, Lawinen und Erosion dargestellt werden:

- Die Kosten für die Errichtung einer

Wildbachverbauung liegen in der Regel um ein Mehrfaches über den Kosten eines Warnsystems, welches mit entsprechenden organisatorischen Schutzmaßnahmen kombiniert werden kann. Ein objektiver Kostenvergleich wird jedoch erst möglich, wenn die laufenden Erhaltungs- und Erneuerungskosten für beide Schutzsysteme auf der Grundlage der unterschiedlichen Lebenszyklen baulicher und elektronischer Anlagen und die Kosten für die Aufrechterhaltung eines effizienten Zivilschutzes über die gesamte Lebensdauer verglichen werden.

- Die Wahl des Baustoffes für Wildbachsperrungen fällt häufig zwischen dem „harten“ Material Beton und dem „ökologischen“ Material Holz. Die Herstellungskosten würden in den meisten Fällen für den Einsatz von Holz sprechen, hingegen kann ein Life Cycle Costing, welches die unterschiedliche Lebensdauer der Materialien berücksichtigt, zu gegenteiligen Ergebnissen führen.

- Ein weiteres Beispiel ist die Errichtung eines Geschiebeablagerungsbeckens auf der einen und die Abstufung der potenziellen Geschiebequellen auf der anderen Seite. Berücksichtigt man die Räumung des Beckens sowie die Deponie des in vielen Fällen für eine Weiterverarbeitung nicht brauchbaren Geschiebes, so kann die Sicherung der Geschiebequellen vor Ort über die gesamte Lebensdauer der Anlage gesehen günstiger als ein Geschiebeablagerungsbecken sein.

- Im Bereich der Lawinenverbauung steht die klassische Anbruchverbauung mittels Stahlschneebrücken allfälligen Dammbauwerken in Erdbauweise in siedlungsnahen Bereich gegenüber. Während erstere als erhaltungsaufwändig zu bezeichnen ist, erfordern letztere, so sie fachtechnisch einwandfrei errichtet wurden, keinen weiteren Erhaltungs- und auch späteren Entsorgungsaufwand; sie wären somit hinsichtlich der LCC als wesentlich günstiger zu bewerten.

- Die vorgenannten Überlegungen gelten sinngemäß auch für den Bereich Steinschlag.

Eine auf dem Lebenszyklus von Bauwerken basierende Kostenkalkulation hängt maßgeblich von der Prognose der Lebens- und Nutzungsdauer der Anlage ab.

Life Cycle Costing für Schutzanlagen des FTD für Wildbach- und Lawinenverbauung kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Aus Sicht des Projektanten wird ein anderer Ansatz für das Kostenmanagement zu wählen sein als aus Sicht des Betreibers von Schutzanlagen, der gleichzeitig erhaltungsverpflichtet ist. Stehen mehrere Projektvarianten zur Auswahl, wird der Planer seine Variantenentscheidung in erster Linie auf die Relation der Errichtungskosten zur Schutzwirkung (Kosten-Wirkungs-Analyse) abstellen. Interessant für den Planer wäre durchaus auch die Sicht des Erhaltungsverpflichteten, für den auch der Aufwand für den Betrieb, die Wartung und den Unterhalt der Anlagen im Mittelpunkt der Überlegungen steht. Häufig wird dieser Aspekt in der Planung jedoch vernachlässigt.

Methodisch unterscheidet sich der Ansatz des Life Cycle Costing für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Vergleich von Investitionsvarianten von der klassischen Kapitalwertmethode dadurch, dass die anfallenden Zahlungen nicht auf den Anschaffungszeitpunkt diskontiert (Barwert), sondern die tatsächlich anfallenden Zahlungen periodengerecht vergleichbar gemacht werden. Der Vorteil liegt in einer „ganzheitlichen“ Betrachtung der Leistung, die die Wahl der günstigsten Alternative bezogen auf die gesamte Nutzungsdauer (Lebenszyklus) ermöglicht. Die traditionelle Kostenrechnung ist zu dieser Betrachtung aufgrund ihrer periodenbezogenen Ausrichtung nicht geeignet.

Life Cycle Costing berücksichtigt allerdings nur negative Zahlungsströme (Ausgaben), während Erlöse – das ist im hier betrachteten Fall das Pro-

dukt Schutz als Nutzen der Investition – vernachlässigt werden.

Das operative Instrument eines auf dem Lebenszyklus basierenden Kostenmanagements ist die Sammlung und Aufbereitung von Informationen aus allen Lebensphasen der Anlage. Erst auf dieser Grundlage können die mit dem Betrieb und dem Abtrag (Entsorgung) der Anlage verbundenen Vorgänge genau analysiert und später prognostiziert werden. Üblicherweise kalkuliert jedoch jede Organisation nur jene Kosten, die unmittelbar innerhalb ihres Aufgabenbereiches anfallen. Die gesamtheitliche Erfassung von produkt- und prozessbezogenen Kostenströmen auch zwischen allen Beteiligten an den Schutzvorhaben findet jedoch in der Regel nicht statt.

Durch die Einbeziehung von Betriebs- und Entsorgungskosten findet das Prinzip der Nachhaltigkeit Berücksichtigung. Sowohl aus wasserrechtlicher als auch als ökologischer Sicht kommt bei Anwendung des Life Cycle Costing für Schutzwasserbauten auch der Aspekt der Abtragskosten hinzu. § 29 Abs. 1 WRG 1959 idGF. sieht vor, dass bei Erlöschen von Wasserbenutzungsrechten die zuständige Behörde durch Bescheid festzulegen hat, inwieweit der Berechtigte seine Anlage zu beseitigen und den früheren Wasserlauf wieder herzustellen hat. Für schutzwasserbauliche Anlagen zählt ein Abtrag zwar nicht zum Regelfall, trotzdem können Fälle eintreten, die zu erheblichen Kosten für den Abtrag und die Entsorgung der Anlagen führen, insbesondere, wenn eine vollständige Erneuerung erforderlich ist. In diesem Fall erlangt das Life Cycle Costing auch eine ökologische Dimension, da in diesem Fall die Entsorgung von Produkten oder Materialien mit problematischer Wirkung für die Umwelt bereits in der Projektierungsphase Berücksichtigung finden muss.

Ein „prominentes“ Beispiel ist die Frage des Einsatzes kesseldruckimprägnierter Hölzer in der

Bauwerkstyp	Holzsperrn	Steinsperrn	Betonsperrn
Lebensdauer	20 – 50 Jahre max. 60 Jahre	60 – 80 Jahre max. 100 Jahre	ca. 100 Jahre max. 150 Jahre

Tab 1: Mittlere und maximale Lebensdauer von Sperrnbauwerken der Wildbachverbauung in Abhängigkeit vom Baumaterial.
 Tab. 1: Average physical life time of check-dams as a function of the building material used.

Wildbach- und Lawinenverbauung: Gerade in diesem Fall ist die Wahl des Baumaterials nicht zuletzt aus Gründen der Umweltproblematik und hoher Entsorgungskosten zu Ungunsten dieser Hölzer ausgegangen, obwohl die höhere Lebensdauer (im Vergleich zu bestimmten unbehandelten Hölzern) für deren Einsatz sprechen würde.

Gerade in der Einbeziehung von Betriebs- und Abtragskosten für Schutzanlagen liegt jedoch ein wesentlicher Nachteil des lebenszyklusbezogenen Kostenmanagements, da die Einschätzung dieser Kosten sowie der Zeitpunkt des Eintretens aufgrund ungenauer Kenntnis der Lebensdauer (Nutzungsdauer) und der tatsächlichen Entwicklung dieser Kosten auf Schätzungen bzw. Erfahrungswerten beruht. Dieser Aspekt ist im Zusammenhang mit Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren – in Relation zu anderen Anlagen – besonders stark ausgeprägt. Durch die schwere Einschätzbarkeit von zukünftigen Extremereignissen und die Unsicherheit in der Bemessung dieser Anlagen – nicht zuletzt aufgrund des mangelnden Prozessverständnisses – liegt ein hohes Prognoseisiko vor.

Lebensdauer (Nutzungsdauer) von Schutzanlagen

Anlagen zum Schutz vor Wildbächen-, Lawinen- und Erosion haben eine begrenzte und sehr unterschiedliche Lebensdauer. Diese Lebensdauer hängt maßgeblich von den einwirkenden Prozessen, der Funktion der Anlage und den verwendeten Baumaterialien ab. Von zentraler Bedeutung ist jedoch auch die laufende Zustandsüberwa-

chung und die Erhaltungsstrategie (Häufigkeit und Zeitpunkt der Instandhaltungsleistungen). Das Einwirken von Extremereignissen (Hochwasser, Muren, Lawinen, Steinschlag) auf die Anlage kann die Lebensdauer signifikant verringern (Überlastfall), ebenso können Planungsfehler (Wahl einer falschen Bautype, mangelhafte Baugrunduntersuchung, unzureichende Materialqualität) zu einer deutlichen Reduktion der Dauerhaftigkeit der Anlage führen. Eine deutliche Verkürzung der Lebensdauer kann schließlich auch aus einer ungenügenden Kontrolle und Wartung von Funktionsorganen (Schiebern, Stauklappen, Rechen) resultieren. In Bauwerksverbänden kann das Versagen von Einzelbauwerken zur Zerstörung von Teilen der gesamten Verbauung führen.

Die genaue Einschätzung der Lebensdauer von Schutzmaßnahmen scheitert häufig an einer zu geringen Datengrundlage, sodass man lediglich auf Richtwerte zurückgreifen kann.

- Die Lebensdauer von Holzbauwerken ist in Abhängigkeit von den Standortbedingungen, der Bauart und der Holzqualität sehr variabel. Besonders wechselfeuchte Bedingungen reduzieren die Lebensdauer stark, während eine dauerhafte Befeuchtung unter Umständen zu einer sehr langen Lebensdauer führt.

- Stein als Baustoff weist in der Regel eine sehr lange Lebensdauer auf. Frost oder starke Bewegungen des Baugrundes können jedoch die Lebensdauer dieser Bauweise reduzieren.

- Für die Lebensdauer von Beton spielt die Materialqualität eine entscheidende Rolle. Für neue Sperrn, für die normgerechter Beton verwendet wurde, ist bei standfestem Untergrund

von einer sehr langen Lebensdauer auszugehen, wobei Erfahrungswerte aufgrund fehlender Beobachtungsreihen fehlen.

Wenn auch Aussagen über die Lebensdauer von Schutzanlagen mit großer Unsicherheit behaftet sind, so können die angeführten Richtwerte als ausreichende Grundlage für ein Life Cycle Costing im Bereich des FTD f. Wildbach- und Lawinenverbauung herangezogen werden. Ebenso wichtig für den Erfolg eines auf den Lebenszyklus abstellenden Kostenmanagements ist nämlich die Erhaltungsstrategie, die die Lebensdauer einer Anlage (eines Schutzsystems) wesentlich verlängern kann.

Erhaltungskosten der Wildbach- und Lawinenverbauung

Die Kalkulation von Erhaltungskosten erfordert die Erfassung aller Kostenströme in der Betriebsphase von Anlagen. Für Schutzanlagen des FTD f. Wildbach- und Lawinenverbauung bedeutet diese eine detaillierte Erfassung und Analyse der laufenden Kosten für Betrieb, Überwachung, Wartung, Instandhaltung und Sanierung der Anlagen und die Entwicklung einer detaillierten Erhaltungskostenrechnung. Diese Funktion wird zur Zeit schon deshalb nur sehr rudimentär erfüllt, da sich die mit dem Unterhalt von Schutzmaßnahmen verbundenen Leistungen auf eine Mehrzahl von Institutionen (Wasserbauverwaltungen, Wassergenossenschaften, Gemeinden, Behörden, Erhaltungspflichtete) verteilt.

⁴ Eine digitale Bauwerksdatenbank befindet sich derzeit erst im Aufbau, eine entsprechende Ersterfassung (Bauwerksinventur) der bestehenden Schutzanlagen ist geplant.

⁵ In Südtirol und Trient liegt der Anteil der unmittelbar sanierungsbedürftigen Wildbachsperrungen bei ca. 10 - 15 %.

⁶ Neubaukosten und Unterhaltskosten werden im Rahmen von Vorhaben der Wildbach- und Lawinenverbauung häufig vermischt.

⁷ Beispiel: jährliche Instandhaltungskosten liegen bei 1 % der Herstellungskosten (vgl. Tab 2) über eine typische Nutzungsdauer von 50 bis 100 Jahren.

Das Kernproblem der Kalkulation von Erhaltungskosten liegt in Österreich aber in der äußerst dürftigen Datenbasis. Aufgrund fehlender Aufzeichnungen ist es zurzeit nur ansatzweise möglich, flächendeckende Angaben über die Anzahl, die Lage und den Zustand der bestehenden Schutzanlagen zu machen⁴. Eine aggregierte, nach Zustandsstufen gegliederte Bestandsanalyse der Schutzanlagen wurde bisher nicht erstellt, sodass bei uns derzeit auch keine Aussagen über den Umfang des unmittelbaren Sanierungsbedarfs getätigt werden können⁵.

Ebenso wurde bis dato keine bundesweite Kostenanalyse über die jährlichen Investitionen für Instandhaltung und Sanierung durchgeführt. Problematisch ist auch, dass es hinsichtlich der Begrifflichkeiten trotz verfügbarer Legaldefinitionen in der Praxis keine klare Abgrenzung zwischen Instandhaltungs-, Instandsetzungs-, Sanierungs- und Erneuerungskosten gibt⁶.

Die Folge ist das Fehlen zuverlässiger Angaben über den jährlichen Anteil für Unterhaltskosten an den Gesamtinvestitionen in den Schutz vor Wildbächen, Lawinen und Erosion. Für die Schweiz liegt dieser Anteil bei ca. 40 % (ROMANG, 2004), für Bayern lagen die Angaben 1996 bereits bei 13 % (GÖTTLE, 1996). Es kann angenommen werden, dass die Unterhaltskosten in Österreich eine ähnliche Größenordnung erreichen. Tendenziell wird der Anteil aufgrund des ständig zunehmenden Etats an Schutzanlagen konstant steigen und dadurch immer größere Bedeutung für die Maßnahmenfinanzierung erhalten.

Ebenso unsicher sind die Angaben über den durchschnittlichen Anteil der Instandhaltungskosten im Verhältnis zu den Herstellungskosten. Dieser Wert ist insbesondere für die Kalkulation der Investitionskosten bei neuen Schutzvorhaben von Bedeutung und spielt eine zentrale Rolle bei der ökonomischen Bewertung von Maßnahmenvarianten. Das Fehlen gesicherter Richtwerte liegt

Lebensdauer		Wildbachverbauung	Hochwasser %	Geschiebe / Mure %	Lawine %
80 Jahre	Wildbachverbauung	Massivbau (Stahlbeton und ZMMW) Dämme (Wildbachverbauung) ingenieurbioologische Maßnahme Stahlbau (Wildbachverbauung)	0,2 0,1 1,0 0,4	0,3 0,1 1,0 0,5	
	Lawinenverbauung	permanente Anbruchsverbauung in Stahl Lawinendämme forstliche Maßnahmen massive Lawinenbremswerke Verwehrungsverbauung aus Stahl			0,5 0,1 1,5 0,2 0,5
40 Jahre	Wildbachverbauung	Holzbauwerke (Wildbachverbauung) Steinschichtung und Trockenmauerungen Hangentwässerungen	0,5 1,0 1,0	1,0 1,5 1,0	
	Lawinenverbauung	temporäre Anbruchsverbauung in Holz Gleitschneeschutz Verwehrungsverbauung aus Holz			1,0 1,0 0,5

Tab 2: Überblick über die geschätzten jährlichen Instandhaltungskosten für Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung als Anteil der Herstellungskosten.

Tab. 2: Overview of the estimated annual costs of maintenance for torrent and avalanche control works as a percentage of the building costs (production costs).

vor allem am Mangel entsprechender Beobachtungsreihen und an der groben Vernachlässigung der laufenden Instandhaltungskostenrechnung. Wenigstens liegen aus der Literatur Richtwerte vor, die eine überschlägige Abschätzung der jährlichen Instandhaltungskosten in Abhängigkeit der Art der Maßnahme, des Baustoffes und des einwirkenden Prozesses ermöglichen. (Tab. 2)

Wie stark der Anteil der Instandhaltungskosten beim FTD f. Wildbach- und Lawinenverbauung bisher unterschätzt wurde, zeigt die Tatsache, dass das bis 2005 geltende Verfahren für die Kosten-Nutzen-Untersuchung einen Zuschlag von nur 1,5 % (!) zu den Neubaukosten bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren vorsah. Hingegen liegen die tatsächlichen Instandhaltungskosten

über die Lebensdauer der Anlagen gerechnet zwischen 50 und 100 %⁷. Diese Zahlenbeispiele manifestieren eindrucksvoll die Bedeutung des Life Cycle Costing für Schutzanlagen unter Einbeziehung der Kosten der Betriebs- und Abtragsphase (Erneuerungsphase) mit entsprechend weitreichenden Auswirkungen für den ökonomischen Variantenvergleich.

Ebenso gibt es Defizite bei den Grundlagen für die Kostenstellenrechnung zur Ermittlung leistungsbezogener Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten, die differenzierte Aussagen über den richtigen Zeitpunkt und die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Maßnahmen erlauben würden. Die Optimierung von Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten bedingt eine integrale Be-

trachtung von Konstruktion, Instandhaltbarkeit und Dauerhaftigkeit in Relation zum Grad der Funktionserfüllung.

Tendenziell ist bekannt, dass die Instandhaltung von Schutzanlagen meist zu spät einsetzt, weil Schäden zu spät erkannt oder falsch interpretiert werden. Unsicherheiten bei der Bewertung des Sanierungsbedarfs, eine fehlende Vergleichsbasis für Kosten unterschiedlicher Sanierungstechnologien und die Irreversibilität von Baumängeln führen häufiger als erforderlich zur Entscheidung für eine Erneuerung (Neubau). Nachvollziehbare Kosten-Wirkungs-Modelle, die den optimalen Zeitpunkt für die Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen indizieren, sind in der Wildbach- und Lawinenverbauung weithin unbekannt.

Die große Diskrepanz zwischen der Bedeutung der Erhaltungskosten und der aktuell dürftigen Datengrundlage für deren Ermittlung legen den Schluss nahe, dass sowohl hinsichtlich des Daten- als auch des Kostenmanagements ein erheblicher Nachholbedarf besteht. Am Ende einer dringend erforderlichen Entwicklung soll ein Erhaltungsmanagement für Maßnahmen zum Schutz vor Wildbächen, Lawinen und Erosion stehen, das eine mittelfristige Planung und Steuerung des Anlagenunterhalts sowie eine vorausschauende und optimierte Finanzplanung ermöglicht.

Erhaltungsstrategien für Schutzanlagen

Die DIN 31051 (2003) drückt die Kapazität der Abnutzung einer Anlage, bis die volle Funktionserfüllung nicht mehr möglich ist, modellhaft als „Abnutzungsvorrat“ aus. Die Abnutzungsgrenze ist erreicht, wenn der Abnutzungsvorrat aufgebraucht ist. Spätestens zu diesem Zeitpunkt müssen die Instandsetzungsmaßnahmen eingeleitet werden, um einen Ausfall bzw. ein Versagen der Anlage ausschließen zu können. Der Zeitpunkt

stellt gleichzeitig aus ökonomischer Sicht das Kostenoptimum dar. Ein früheres Einschreiten kann über die Lebensdauer der Anlage zu relativ höheren Instandhaltungskosten führen (der Abnutzungsvorrat wurde nicht vollständig ausgeschöpft), ein späteres Einschreiten kann hingegen zu einem vorübergehenden oder völligen Verlust der Schutzwirkung führen und eine vorzeitige Reinvestition erforderlich machen.

Dieses Modell wirkt zunächst theoretisch und realitätsfern, weil es angesichts der Unvorhersehbarkeit von Extremereignissen von vorn herein ausgeschlossen erscheint, den optimalen Zeitpunkt für Instandhaltungsmaßnahmen zu prognostizieren. Jedoch auch ohne exakte Prognosemöglichkeit ist die Entwicklung von angepassten Erhaltungsstrategien unausweichlich, um die erforderliche Funktion der Schutzanlage nachhaltig sicherzustellen und die vorhandenen finanziellen Ressourcen für den Unterhalt möglichst effizient einzusetzen.

Die primäre Wirkung (Funktion) von Anlagen des FDT für Wildbach- und Lawinenverbauung ist der Schutz von Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen. Deren Schutzwirkung wird im Gefahrenzonenplan dargestellt. Dem „physischen“ Abnutzungsvorrat entspricht ein „funktionaler“ Abnutzungsvorrat, bei dem ein bestimmtes Sicherheitsniveau nicht unterschritten werden darf, wenn es nicht zu einem vorübergehenden oder dauerhaften Verlust der Schutzwirkung führen soll. Entsprechend den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen (Forstgesetz 1975) würde ein Verlust der Schutzfunktion der Anlage zwangsläufig zur Notwendigkeit der Revision des Gefahrenzonenplans führen; eine Ausdehnung der Gefahrenzonen wäre die logische Konsequenz. Die Erhaltungsstrategie für bestehende Schutzanlagen hat somit nicht nur kostenseitige Auswirkungen, sondern auch weit reichende Konsequenzen für den sozioökonomischen Nutzen

der Maßnahmen, die Nachhaltigkeit der Wirkung und den Schutz öffentlicher und privater Güter und Rechte. Auch aus politischer Sicht würden die dargestellten Konsequenzen einer verfehlten Erhaltungsstrategie wohl kaum toleriert werden.

Für die nachhaltige Sicherung der Schutzwirkung der Anlagen stehen verschiedene Erhaltungsstrategien zur Auswahl:

- **Vorausbestimmte präventive Strategie:** Kleinere, vorab festgelegte Maßnahmen werden zur Verlängerung der Haltbarkeit der Anlagen kontinuierlich durchgeführt. Derartige Erhaltungsprogramme beruhen meist auf Instandhaltungsrichtlinien und Betriebsordnungen.

- **Zustandsbezogene präventive Strategie:** Es werden in Abhängigkeit des erhobenen Anlagenzustandes unregelmäßig Instandhaltungsmaßnahmen gesetzt. Die Maßnahmen setzen eine laufende Überwachung (Zustandserfassung) voraus. Die präventive Strategie zögert die Entstehung größerer Schäden hinaus.

- **Mittel- und langfristige korrigierende Strategie:** Die Maßnahmen werden erst gesetzt, wenn ein strukturell und funktional kritischer Anlagenzustand erreicht wird. Die korrigierende Strategie nimmt vorübergehende Funktionseinschränkungen in Kauf.

- **Kurzfristige korrigierende Strategie:** Die Maßnahmen erfolgen erst, wenn ein unmittelbarer Funktionsverlust oder ein Versagen der Anlage droht. Diese Strategie nimmt umfangreichere Funktionseinschränkungen in Kauf.

Für einen weitsichtigen und ökonomisch vertretbaren Unterhalt der Schutzanlagen wird in der Regel eine Kombination aus einer präventiven und einer korrigierenden Erhaltungsstrategie anzustreben sein. Ziel ist es, die Lebenszykluskosten bei voller Funktionserfüllung (Standicherheit, Schutzwirkung, Funktionalität und Dauerhaftigkeit) so gering wie möglich zu halten.

Hinsichtlich der Beeinflussbarkeit der Kosten für die Anlagenerhaltung ist festzustellen, dass diese während der Herstellungsphase am größten ist: Konzeption und Design, die auf die Betriebsphase Rücksicht nehmen, stellen die wichtigsten Ansatzpunkte für eine Optimierung der Instandhaltungskosten dar. Eine vorausschauende Planung kann die entscheidenden Voraussetzungen für eine einfache Prüfung und Überwachung der Anlagen schaffen und eine aufwandsarme Instandsetzung sicherstellen.

Aber auch während der Betriebsphase kann durch eine effiziente Überwachung und ein systematisches Zustandsmonitoring (Zustandserfassung, Zustandsanalyse, Zustandsbewertung) eine Optimierung der Erhaltungsstrategien erreicht werden. Wird die Überwachung und Erhaltung der Schutzanlagen vernachlässigt, gelangt man mit schlechter werdendem Anlagenzustand zwangsläufig zu einer kurzfristigen, korrigierenden Erhaltungsstrategie mit starken Einschränkungen für die Schutzwirkung; ein völliges Versagen der

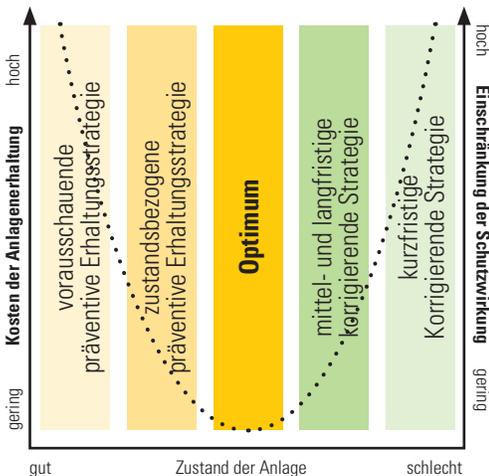


Abb. 3: Erhaltungsstrategien in Abhängigkeit des Zustandes der Anlage, der Erhaltungskosten und der Einschränkung der Schutzwirkung. (modifiziert nach Schach et al., 2006)

Fig. 3: Maintenance-strategies related to the condition of a building (measure, to the maintenance costs and to constraints in protection function (modified, Schach et al., 2006) control works as a percentage of the building costs (production costs).

Erhaltungsstrategie führt zum irreversiblen Verlust der Schutzwirkung und zieht eine Erneuerung der Anlage schon vor dem oben beschriebenen Kostenoptimum nach sich. Eine Alternative ist allerdings auch die Auflassung der Schutzanlage (geordneter Verfall, Abtrag), wenn die Schutzwirkung verzichtbar ist oder auf anderem Wege hergestellt werden kann.

Instrumente für ein integrales Erhaltungsmanagement für Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass ein auf den Lebenszyklus von Schutzanlagen der Wildbach- und Lawinenverbauung bezogenes Erhaltungs- und Kostenmanagement sowohl in systemischer als auch in operativer Hinsicht ein Fernziel darstellt, für dessen Realisierung zur Zeit wesentliche Grundlagen fehlen. Trotzdem erscheint der Ansatz des Life Cycle Managements im Lichte der drohenden Konsequenzen bei Vernachlässigung der Erhaltungsfunktion als zielführendes Prinzip, dem zukünftig die Entwicklung wichtiger Instrumente für das Erhaltungsmanagement der Schutzanlagen dienen soll.

Die nachfolgend kurz dargestellten Instrumente sind somit von großer Bedeutung für die technologische Entwicklung im Bereich des FTD f. Wildbach- und Lawinenverbauung und befinden sich zurzeit in der Phase der Planung oder Entwicklung. Sie werden in anderen Beiträgen in dieser Publikation umfassend dargestellt:

- Methoden der Zustandserfassung und Zustandsbewertung: Grundlage aller übrigen Instrumente des Erhaltungsmanagements ist eine einheitliche Datenbasis, die Auskunft über die Zahl, die Lage, die Konstruktion und Wirkung, den Zustand und die Erhaltungshistorie von Schutzanlagen gibt. Die Durchführung der Zustandser-

hebungen, insbesondere einer Erstinventur, erfordert einheitliche Erhebungsstandards (rechtlich, fachlich, formal, organisatorisch), die in entsprechenden Richtlinien festgelegt werden. Die ONR 24803, die bis Ende 2007 fertig gestellt werden soll, soll die entsprechende Grundlage dafür darstellen. Umfasst sind auch die Methoden der terrestrischen Erhebung sowie die Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung.

- Georeferenzierte Datenbank (Anlagenkataster): Die Darstellung der Daten aus der Zustandserfassung gehen in eine GIS-basierte Datenbank ein, die umfassende Datenanalysen ermöglicht. Dieser Anlagenkataster wird zurzeit im Rahmen des digitalen Wildbach- und Lawinenkatasters entwickelt.

- Modelle für die operative Umsetzung der Zustandsüberwachung: Auf der Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen über die Überwachung der Einzugsgebiete, die jährlichen Begehungspflichten der Gemeinden und der Gewässeraufsicht sind Modelle zur operativen Umsetzung der Zustandsüberwachung der Schutzanlagen zu entwickeln, die die Bereitstellung von qualifiziertem Personal, die erforderliche Schulung, die Erhebungszyklen und die Berichtspflichten festlegen. Ein derartiges Modell wurde beispielsweise für die Wildbachbegehung in Tirol gemeinsam vom Tiroler Gemeindeverband, dem Landesforstdienst und dem Dienstzweig entwickelt. Auch Betriebsordnungen für Anlagen mit hohem Sicherheitsrisiko (z. B. Hochwasserrückhaltebecken) fallen unter diesen Punkt.

- Entwicklung einer Erhaltungskostenrechnung: Die Entwicklung einer umfassenden Kostenrechnung für die Betriebsphase von Schutzanlagen und die Integration dieser Kostenverläufe in ein umfassendes Life Cycle Costing soll zukünftig die Grundlage für die kurz- und mittelfristige Planung der Instandhaltungs-/Instandsetzungsprogramme sowie der ökonomischen Bewertung

von Maßnahmenalternativen zukünftiger Schutzvorhaben unter Berücksichtigung der gesamten Lebensdauer dienen. Ziel ist die Optimierung der Kosten bei nachhaltiger Aufrechterhaltung der vollen Funktionsfähigkeit der Anlagen.

- Entwicklung von optimalen Erhaltungsstrategien: Auf der Basis der Erhaltungskostenrechnung soll die Entwicklung kostenmäßig fundierter Erhaltungsstrategien ermöglicht werden, die die Bestimmung des optimalen Zeitpunktes von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen ermöglicht, die den Erhaltungszustand und die Beeinträchtigung der Schutzwirkung berücksichtigt. Aus der gewählten Erhaltungsstrategie können angepasste Maßnahmenprogramme abgeleitet und finanziert werden.

- Aufbau eines integrierten Anlagenmanagementsystems: Ein „Idealziel“ ist die Entwicklung eines integrierten Anlagenmanagementsystems, welches für den Gesamtbestand der vom FTD f. WLV errichteten Schutzanlagen eine umfassende Maßnahmen- und Kostenplanung bezogen auf alle Phasen des Lebenszyklus ermöglicht (Planung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung, Erneuerung, Änderung, Abtrag). Auf diesem System könnte eine langfristige Finanzplanung aufsetzen, welche auch eine Szenarienrechnung für unterschiedliche Investitionsstrategien ermöglicht und die jeweiligen Konsequenzen für die Schutzwirkung (bezogen auf die Gefahrenzonen) dynamisch darstellt.

Ungeachtet der Frage, wie weit und in welchem Umfang diese Instrumente in der kommenden Zeit realisiert werden können, steht außer Zweifel, dass sich das Erhaltungsmanagement für Schutzmaßnahmen – dies schließt auch forstlich-biologische und planerische Maßnahmen mit ein – zukünftig zu einer der wichtigsten Aufgaben des FTD f. Wildbach- und Lawinerverbauung entwickeln wird.

Die strategische Dimension des Life Cycle Managements

Die Ausführungen in diesem Betrag führen zum Ergebnis, dass das auf den Lebenszyklus bezogene Management für vom FTD f. WLV errichtete Schutzmaßnahmen eine strategische Dimension hat.

Ausgehend von der Annahme, dass eine wohlhabende Volkswirtschaft wie Österreich das geschaffene Sicherheitsniveau für Naturgefahren erhalten und tendenziell ausbauen will – dies ist u.a. im letzten Regierungsübereinkommen zwischen SPÖ und ÖVP verankert –, stellt die Erhaltung der Schutzmaßnahmen eine Aufgabe von hohem öffentlichen Interesse im Sinne der Daseinsvorsorge des Staates dar. Die langfristige Inanspruchnahme öffentlicher Investitionen für dieses Ziel erfordert die mittel- und langfristige Darstellung des Leistungs- und Ressourcenbedarfs, um auf politischer Ebene entsprechend Budgetplanungen sicherzustellen. Im Wettbewerb mit anderen öffentlichen Investitionszielen ist es erforderlich, die Konsequenzen eines teilweisen oder gänzlichen Verzichtes auf einen nachhaltigen Unterhalt der Maßnahmen transparent zu machen (Zunahme der Schadenspotenziale in den Gefahrenzonen). Die Erhaltung der Schutzmaßnahmen ist allerdings auch eine Querschnittsaufgabe, die neben den öffentlichen Investitionen (Zuschüssen) auch die Eigenleistung der Begünstigten (Interessenten) mit einschließt. Daher sind Strategien erforderlich, die das Bewusstsein sicherstellen, dass nicht nur die Schaffung von Schutz, sondern auch die Erhaltung desselben notwendig ist, um nachhaltige Sicherheit vor Naturgefahren zu gewährleisten, und die die Bereitschaft zur Eigenvorsorge stärken. Erhaltungsmanagement hat somit auch eine Publizitätskomponente, die in Form von Information und Bewusstseinsbildung Umsetzung finden muss.

Die umweltpolitische Dimension von Life Cycle Costing, wie es im Beitrag kurz angeschnitten wurde, mag zwar aus heutiger Sicht als Randthema erscheinen, mit dem zunehmenden Verbrauch von Umwelt und Landschaft durch menschliche Nutzungen könnten aber auch technische Schutzmaßnahmen zu einem Produkt werden, bei dem die Frage nach der Entsorgung von der Ausnahme zur Regel wird und die damit verbundenen Aufwendungen zum elementaren Bestandteil eines lebenszyklusbezogenen Kostenmanagements.

Literatur/ References

BMLFUW (2005):
Richtlinien für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Priorisierung von Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung, Erlass des Lebensministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BMLFUW (2007):
Interne Kennzahlen der Wildbach- und Lawinenverbauung (unveröffentlicht).
DIN 31051:2003-06 Grundlagen der Instandhaltung.

FRAUENHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA (2000):
Life Cycle Costing – Für eine effiziente und effektive Kostenoptimierung während aller Lebenszyklusphasen, R + P 07.03/07.03

GÖTTLE A. (1996):
Hundert Jahre Wildbachverbauung in Bayern – Bilanz und Ausblick. Internationales Symposium INTERPRÄVENT, Band 1: S 1 – 26, Villach.

LÄNGER E. (2003):
Der forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich und seine Tätigkeit seit der Gründung im Jahre 1884, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

MANIAK U. (2001):
Wasserwirtschaft – Einführung in die Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Springer Verlag.

PETSCHACHER M. (2005):
Der Kreislauf des Erhaltungsmanagements aus Sicht der Softwaregestaltung – BAUT 5.4 (entwickelt im Auftrag der ASFINAG), Vortrag (unveröffentlicht).

ROMANG H. (2004):
Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmaßnahmen; Geographica Bernensia (G 73), Geographisches Institut der Universität Bern

SCHACH R., OTTO J. HÄUPEL H., FRITZSCHE M. (2006):
Lebenszykluskosten von Brückenbauwerken; Bauingenieur, Band 81, Jul August, S. 343 – 350.

Adresse der Verfasser:

Authors address:

Dipl.-Ing. Dr. Florian RUDOLF-MIKLAU
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
florian.rudolf-miklau@lebensministerium.at

Dipl.-Ing. Hubert AGERER
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung, Sektion Tirol
hubert.agerer@die-wildbach.at

HINTERLEITNER R.

Regelungen bezüglich Überwachung und Instandhaltung von Schutzbauwerken im österreichischen Forstrecht

Regulations for supervision and maintenance of protective structures in the Austrian Forest Law

Zusammenfassung:

Das österreichische Forstrecht enthält Verpflichtungen betreffend die Aufsicht und Instandhaltung der Wildbäche hinsichtlich ihres Wasserabflusses. Deren Wahrnehmung kann für die Instandhaltung von Schutzbauwerken bzw. deren Funktionalität von Relevanz sein. Weiters sind unter Einbeziehung des so genannten Wildbachverbauungsgesetzes Aufsichtsaufgaben des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinerverbauung für die Wildbäche und bezüglich der Instandhaltung der von ihm errichteten Schutzbauten oder Anlagen, die im Zusammenhang mit forstlich-biologischen Maßnahmen stehen, enthalten. Instandhaltungspflichten für Bauwerke zum Schutz vor Wildbächen, Lawinen oder sonstigen Naturgefahren sind im Forstrecht nicht geregelt.

Summary:

The Austrian Forest Law stipulates obligations relating to the supervision and maintenance of torrents concerning their water flow. The fulfillment of these regulations could have effects on the maintenance of protective structures or their functionality.

Furthermore, considering the so-called Torrent Control Act, supervision-tasks to be fulfilled by the Forest Engineering Service for Torrent and Avalanche Control related to the maintenance of protective structures or installations in coherence with forest-biological control measures are included.

Obligations regarding the maintenance of protective structures against Torrents, avalanches or other natural hazards are not included in the Forest Law.

Wildbachbegehung und –räumung durch die Gemeinden

Nach § 101 Abs. 6 und 7 Forstgesetz 1975 (ForstG) ist es Pflicht der Gemeinde, als Aufgabe des eigenen Wirkungsbereiches, die Wildbäche samt Zuflüssen innerhalb ihres Gebietes jährlich mindestens einmal, und zwar tunlichst im Frühjahr nach der Schneeschmelze, begehen zu lassen und dies der Bezirksverwaltungsbehörde mindestens zwei Wochen vorher anzuzeigen. Die Beseitigung vorgefundener Übelstände, wie insbesondere von Holz oder anderen den Wasserlauf hemmenden Gegenständen, ist sofort zu veranlassen. Die Gemeinde hat der Bezirksverwaltungsbehörde über das Ergebnis der Begehung, über allfällige Veranlassungen und über deren Erfolg zu berichten.

Gemäß § 101 Abs. 8 ForstG sind die Länder ermächtigt, die Durchführung der Räumung der Wildbäche von den in Abs. 6 bezeichneten Gegenständen sowie die Beseitigung sonstiger Übelstände und die Hintanhaltung von Beschädigungen der Ufer, Brücken, Schutz- und Regulierungswerke unter Bedachtnahme auf die erfahrungsmäßigen Hochwasserstände näher zu regeln.

Derartige Ausführungsbestimmungen bestehen in allen Bundesländern mit Ausnahme von Oberösterreich und Vorarlberg. Die Bestimmung des § 106 ForstG wird aber als ausreichend bestimmt anzusehen sein, sodass die Räumung der Wildbäche auch in diesen Bundesländern von der Gemeinde zu veranlassen ist.

Diese Landesausführungsgesetze sehen in teils unterschiedlicher Weise die Räumung von den Wasserlauf oder Hochwasserabfluss der Wildbäche hemmenden Gegenständen, wie beispielsweise gefällttem, gelagertem oder auch nicht aus der Holznutzung stammendem Holz, Schlagrückständen, sonstigen Gegenständen, oder auch die Beseitigung von Bewuchs vor. In den Ländern

Burgenland, Niederösterreich und Steiermark ist zudem vorgesehen, dass der Bezirksverwaltungsbehörde über die bei der Begehung festgestellten Schäden an Ufern, Brücken, Schutz- und Regulierungswerken unverzüglich zu berichten ist.

Die Beiziehung des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenvorbereitung bei der Wildbachbegehung ist nur in der Steiermark vorgeschrieben.

Festzuhalten ist, dass sich nach § 98 Abs. 1 ForstG diese Räumungspflicht sowohl auf Wald- als auch Nichtwaldflächen erstrecken kann. Weiter ist zu bemerken, dass ein Wildbach dann vorliegt, wenn die Begriffsbestimmung des § 99 Abs. 1 ForstG erfüllt ist. Deren Festlegung über eine Einzugsgebiete-Verordnung des Landeshauptmannes nach § 99 Abs. 5 ForstG ist nicht (zwingend) erforderlich.

Wird somit bei der Begehung ein Übelstand im Sinne des § 101 Abs. 6 und 8 ForstG iVm mit dem jeweiligen Landesausführungsgesetz festgestellt, der nach dem im Einzelfall zu beurteilenden Gefahrenpotenzial eine Beseitigung erfordert, hat die Gemeinde entsprechend dem Forstgesetz oder den besagten landesrechtlichen Bestimmungen dieses Abflusshemmnis selbst, allenfalls gegen Kostenrefundierung durch den Verursacher, oder durch den Verursacher entfernen zu lassen.

Die Wildbachräumung kann weiters nach § 172 Abs. 6 ForstG seitens der Forstbehörde aufgetragen werden. Voraussetzung hierfür ist jedenfalls, dass eine Außerachtlassung von forstrechtlichen Vorschriften vorliegt. Diese kann in den nach § 101 Abs. 8 leg. cit. ergangenen Ausführungsgesetzen oder in den Bestimmungen des § 58 Abs. 3 und 4 sowie § 60 Abs. 2 und 3 ForstG, betreffend der Unzulässigkeit von Hochwasserabflusshindernissen durch eine Bringung oder Bringungsanlage enthalten sein.

Aufsichtsaufgaben des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung

Der forsttechnische Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung (FTD f. WLW), der dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft untersteht und in die Dienststellen Sektionen und Gebietsbauleitungen gegliedert ist, hat Aufsichtsaufgaben bezüglich der Einzugsgebiete und bestimmter von ihm errichteter Anlagen wahrzunehmen.

Nach der demonstrativen Aufzählung des § 102 Abs. 5 ForstG obliegt den Dienststellen des FTD f. WLW nach lit. b die Überwachung der von ihnen gemäß den Bestimmungen des VII. Abschnittes des ForstG durchgeführten forstlich-biologischen Maßnahmen sowie die Obsorge für die Erhaltung der im Zusammenhang mit diesen Maßnahmen von ihnen errichteten Anlagen. Abs. 6 dieser Bestimmung spricht von der der Überwachungs- und Erhebungstätigkeit der Dienststellen in den Einzugsgebieten der Wildbäche und Lawinen.

Nach § 1 der Verordnung über den Aufgabenbereich der Dienststellen und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft in Angelegenheit der Wildbach- und Lawinenverbauung (kurz AufgabenV) obliegt der Gebietsbauleitung (unter anderem) nach Z 1 der Betreuungsdienst (s. § 28 Abs. 4 Wasserbautenförderungsgesetz 1985) und nach Z 5 die Durchführung der Überwachungs- und Erhebungstätigkeit in den Einzugsgebieten der Wildbäche und Lawinen einschließlich der Gewässeraufsicht.

Die somit von der Gebietsbauleitung wahrzunehmende Obsorge für die Erhaltung von Anlagen ist auf die im Zusammenhang mit den nach dem VII. Abschnitt des ForstG durchgeführten forstlich-biologischen Maßnahmen stehenden Anlagen beschränkt. Die Herstellung sowohl dieser Anlagen als auch der forstlich-biologischen Maßnahmen muss durch den FTD f. WLW erfolgt sein. Forst-

lich-biologische Maßnahmen werden in § 2 WildbachverbauungsG, § 9 Abs. 1 WasserbautenförderungsgG und §§ 100 und 101 ForstG genannt. Als mit diesen Maßnahmen zusammenhängende Anlagen sind z.B. Gleitschneeschutz-, Entwässerungsmaßnahmen oder Forststraßen zu nennen. Bei diesen nur der Ergänzung bzw. zur Durchführung der forstlich-biologischen Maßnahmen dienenden Anlagen wird es sich somit nicht um Schutzbauwerke im eigentlichen Sinn handeln. Unter „Obsorge“ werden in diesem Zusammenhang und in Bezug zu § 19 WildbachverbauungsG (siehe auch unten) alle zur Erhaltung der Anlagen erforderlichen Aufsichtstätigkeiten zu verstehen sein. Eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung zur Instandhaltung wird dadurch aber nicht begründet werden.

Die schon genannte Bestimmung des § 1 Z 5 der AufgabenV beinhaltet auch die Obliegenheit der Gebietsbauleitung zur Gewässeraufsicht für die Wildbäche. Als gesetzliche Grundlagen hierfür werden neben § 102 Abs. 5 und 7 ForstG auch § 31 Abs. 2 und 3 Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG) angesehen werden können.

Weiters besagt § 19 2. Satz des Gesetzes betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern (so genanntes WildbachverbauungsG), dass die fernere (d.h. nach Herstellung der Maßnahme) Aufsicht über die Instandhaltung des durch die baulichen und forstlich-biologischen Vorkehrungen geschaffenen Zustandes, unbeschadet der sonstigen Vorschriften über die Gewässeraufsicht, der zuständigen Sektion der Wildbach- und Lawinenverbauung obliegt.

Somit ist die Gewässeraufsicht des FTD f. WLW nicht wie nach § 19 WildbachverbauungsG räumlich auf die Vorkehrungen (auch Bauten) und die durch diese geschaffenen Gewässerbereiche beschränkt, sondern umfasst die gesamten Wildbäche.

Die Gewässeraufsicht des FTD f. WLW, nach der

besagten Bestimmung des § 1 Z 5 AufgabenV, kann aber (nur) auf den Bereich des hydromorphologischen Zustands der Wildbäche sowie deren Ufer und Überschwemmungsgebiete beschränkt sein. Dies ergibt sich schon aufgrund der ihm zukommenden Aufgaben, sodass andere Gewässeraufsichtsbereiche des § 130 WRG, beispielsweise die ökologische und chemische Wasseraufsicht oder die Gewässerpolizei, nicht umfasst sein können. Zudem kann diese Verordnungsbestimmung nicht die Aufsichtsbestimmungen des WRG derogieren, sodass durch diese dem FTD f. WLW obliegende Aufgabe auch die wasserrechtliche Zuständigkeit für die Gewässerzustandsaufsicht uneingeschränkt bestehen bleiben wird.

Nachdem davon auszugehen sein wird, dass § 19 WildbachverbauungsG nach wie vor Geltung besitzt, obliegt dem FTD f. WLW auch die Gewässerzustandsaufsicht hinsichtlich der von ihm projektierten und durchgeführten Schutz- und Regulierungsbauten. Daneben (arg. „unbeschadet“) besteht auch für diese Bauten die wasserrechtliche Aufsichtszuständigkeit. Eine Aufsichtsaufgabe des FTD f. WLW für andere Wasseranlagen besteht nicht.

Durch die genannten dem FTD f. WLW obliegenden Aufgaben werden die in § 50 Abs. 6 WRG geregelten Instandhaltungspflichten für nicht der Wasserbenutzung dienende Anlagen, wie z.B. Schutz- und Regulierungsbauten, nicht berührt.

Mag. Rainer Hinterleitner
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und
Wasserwirtschaft, Rechtssektion; Stubenring 1,
1012 Wien;
rainer.hinterleitner@bmlfuw.gv.at

SCHMID F.

Die Berücksichtigung der Wirkung von Schutzbauwerken in der Gefahrenzonenplanung – einige Grundsatzüberlegungen.

Effect of protective measures on hazard zoning – principal considerations

Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, inwieweit Gefahrenzonen nach Durchführung von Verbauungen zurückgenommen werden sollen, erfolgt eine differenzierte Betrachtung der auf den Gefahrenzonenplänen aufbauenden internen und externen Planungen hinsichtlich der Rückkopplungen mit dem Gefährdungspotenzial und den Gefahrenzonen. Anhand von Beispielen wird versucht, das Wechselspiel zwischen Prozessen, Gefahrenzonen und der Entwicklungen über die Zeit greifbar zu machen. Den Abschluss bilden einige Ansätze zur Annäherung an die Lösung des diskutierten Problems.

Summary

In order to solve the problem how to deal with protection measures and their interaction with hazard zones it is necessary to consider what is the content of a hazard zone map and what are the main targets of protection measures and to look at other planning tasks that are based on the hazard zone maps. Discussing some examples the changes over time pertaining hazards, maintenance of protection measures and hazard zones shall be shown. At the end several ideas of necessary cooperation between all interests in land use (planning) are given.

Sind Schutzbauwerke in der Gefahrenzonenplanung zu berücksichtigen?

- 1) Ja, in vollem Umfang, denn wozu wurden sonst teure Schutzmaßnahmen finanziert!
- 2) Nein, weil die zukünftigen Veränderungen im Einzugsgebiet und in der Funktionsfähigkeit der Maßnahmen nicht in ausreichendem Umfang vorhergesehen werden können!

Keiner dieser Antworten ist ohne nähere Betrachtung der Hintergründe und Rahmenbedingungen der Vorzug zu geben, weshalb im Folgenden einige grundsätzliche Überlegungen über das „Für“ und „Wider“ dargestellt werden sollen.

Was ist der Gefahrenzonenplan?

Der Gefahrenzonenplan des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (kurz: die.wildbach) ist ein flächenhaftes Gutachten über Ausmaß und Intensitäten der Gefährdungen durch Wildbäche, Lawinen und Erosion für den Bereich einer politischen Gemeinde oder Teilbereichen davon. Er weist auf Basis eines definierten Bemessungsereignisses bzw. aufgrund der Häufigkeit der Gefährdung innerhalb des raumrelevanten (Siedlungs-)Bereiches jene Flächen aus, deren ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist (Rote Gefahrenzonen) bzw. deren Benützung aufgrund der Gefährdung beeinträchtigt ist (Gelbe Gefahrenzonen).

Wozu dient der Gefahrenzonenplan?

Verordnung über die Gefahrenzonenpläne 1976, § 1, Abs. 1: „Die Gefahrenzonenpläne sind

insbesondere eine Grundlage für die

- a) Projektierung und Durchführung von Maßnahmen durch den Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (kurz Dienststellen) sowie für die Reihung dieser Maßnahmen entsprechend ihrer Dringlichkeit und
- b) Tätigkeit der Angehörigen der Dienststellen als Sachverständige.“

Auf Basis der in den Gefahrenzonenkarten dargestellten Gefährdungen und der im Textteil enthaltenen Prozess- bzw. Szenarienbeschreibungen werden Schutzkonzepte entwickelt, die die Gefährdungen verhindern oder zumindest vermindern sollen.

Im Bewusstsein, dass ein 100%iger Schutz nicht erreicht werden kann, werden bei der Planung unter Beachtung von Kosten und Nutzen verschiedene Varianten von Maßnahmenkonzepten entwickelt, die Änderungen für die Prozesse in folgenden Bereichen bezwecken sollen:

- a) Auslösung
- b) Reichweite
- c) Intensität
- d) Frequenz (Häufigkeit)
- e) Entwicklungsdynamik

Je nach den naturräumlichen und prozessbedingten Möglichkeiten lassen sich die oben genannten Änderungen in den Prozessen in unterschiedlichem Ausmaß erreichen und lässt sich damit die Wirkung der Schutzmaßnahmen bzw. auch der Schutzgrad nur sehr differenziert maximieren. Die Beurteilung ist auch deshalb schwierig, weil die Prozesse, die zu den Gefährdungen führen nicht immer 1:1 durch Schutzmaßnahmen kontrolliert werden können und daher Teilprozesse oder der Prozess in abgeschwächter Form auch nach Ausführung der Schutzmaßnahmen

wirksam bleiben können! Weiters sind Überlastfälle (ausgelöst durch Ereignisse über dem Bemessungsereignis) und Versagensszenarien aufgrund von Defiziten in der Konzeption oder Bemessung der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen (Stichwort „Restgefährdung“).

Die Erfahrung zeigt, dass – auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit – selten ein Schutz umgesetzt werden kann, der über einem Bemessungsereignis mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 100 Jahren liegt.¹ Daraus ergibt sich, dass auch sofort nach Fertigstellung der Maßnahmen und deren voller Funktionsfähigkeit eine Restgefährdung bis zum Ausmaß des 150-jährlichen Bemessungsereignisses der Gefahrenzonenplanung verbleiben wird.

tiefe geringer als 1,5 m ist bis zur Anschlaglinie des Wassers an den Hängen, die Ausweisung als Gefahrenzone Gelb (siehe Abb. 1, rechte Hälfte). Diesbezüglich ist zu ergänzen, dass die Gefahrenzone Gelb im Anschluss an die Gefahrenzone Rot umso schmaler ist, je steiler der Hang und damit je größer die Abnahme der Wassertiefe ist.

Wenn nun durch ein Hochwasserrückhaltebecken die Wassermenge im Ereignisfall so weit reduziert werden kann, dass bei einer Überflutung des Talbodens die Wassertiefe unter 1,5 m bleibt, dann hat das Auswirkungen auf die Reichweite des Prozesses und auf dessen Intensität. Durch die geringere Wassertiefe wandert die Anschlaglinie in Abhängigkeit des betrachteten Talquerschnittes näher an das Gewässer heran

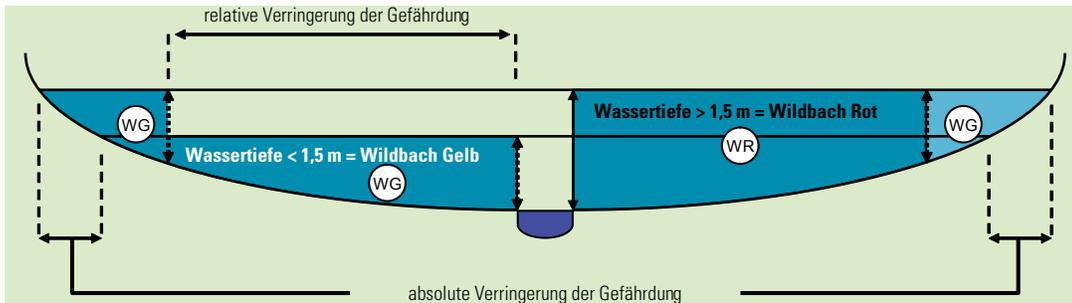


Abb. 1: Zusammenhänge zwischen Wassertiefe, Gefahrenzonenabgrenzung und Auswirkungen von Retentionsmaßnahmen

Fig. 1: Relationship between water depth, hazard zoning and consequences of water retention measures

Als Beispiel seien die Zusammenhänge zwischen der Wassertiefe – als ein Kriterium der Gefahrenzonenabgrenzung – und der Auswirkungen durch Retentionsmaßnahmen angeführt:

Die Gefahrenzone Rot wird auf einer Fläche an all jenen Stellen ausgewiesen, bei denen die Wassertiefe – bei stehender Überflutung – mehr als 1,5 m beträgt. Somit ergibt sich z.B. für einen Talboden ein Bereich vom Gewässer ausgehend, der als Gefahrenzone Rot auszuweisen ist, und für jene Flächen, bei denen die Wasser-

(Reichweite des Prozesses nimmt ab), es werden weniger Flächen des Talbodens überflutet und eine absolute Verringerung der Gefährdung ist die Folge. Bei der Verminderung der Intensität kommt es zu einer relativen Verringerung der Gefährdung, da die Gefahrenzone Rot auf eine Gefahrenzone Gelb reduziert werden kann, weil das Kriterium von 1,5 m Wassertiefe unterschritten wird (Abb. 1).

Da durch Retentionsmaßnahmen auch die Häufigkeit von Überflutungen bzw. die Frequenz des Prozesses vermindert wird, ergibt sich in Summe eine deutliche Verminderung der Gefährdung durch die Schutzmaßnahmen, auch

¹ Entsprechend den geltenden Technischen Richtlinien für die Wildbach- und Lawinerverbauung liegt das höchstmögliche – förderungswürdige – Bemessungsereignis bei einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 150 Jahren.

wenn bezüglich der überfluteten Fläche die Änderungen nur gering sein mögen (Abb. 1: absolute Verringerung der Gefährdung).

Wodurch und wann verändert sich der Verlauf der Gefahrenzonen?

„Im Falle der Änderung der Grundlagen oder ihrer Bewertung ist der Gefahrenzonenplan an die geänderten Verhältnisse anzupassen. ...“ (Forstgesetz 1975, § 11, Abs. 9)

„Treten Änderungen in den Grundlagen oder in deren Bewertung ein, so haben die Dienststellen den Gefahrenzonenplan diesen geänderten Verhältnissen anzupassen.“ (Verordnung über die Gefahrenzonenpläne 1976, § 8, Abs. 2)

Die beiden zitierten Gesetzestextstellen lassen erkennen, dass die Gefahrenzonenpläne bei der Änderung der Verhältnisse in den Einzugsgebieten oder deren Bewertung zu überprüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten bzw. anzupassen sind. Dabei ist jedoch zu beachten, dass eine Überarbeitung bzw. Adaption erst dann erforderlich wird, wenn die Änderungen entweder maßgebliche Auswirkungen auf das Gefährdungspotenzial im Einzugsgebiet oder auf das Schadenspotenzial der betroffenen Siedlungsbereiche haben, wodurch auch die Qualität und/oder Quantität der Gefahrenzonen betroffen wären. Auch bei deutlicher Erhöhung des Gefährdungspotenzials muss eine Änderung der Gefahrenzonen nicht zwangsläufig die Folge sein. Wenn zwar der Schadensprozess verstärkt wird, seine Wirkungen aber außerhalb des raumrelevanten Bereiches enden, gibt es keine Notwendigkeit, die Verläufe der Gefahrenzonen zu ändern.

Das Gesetz bzw. die Verordnung unterscheiden also zwischen der:

- Änderung der Grundlagen einerseits und
- deren Bewertung andererseits.

Die Grundlagen umfassen das natürliche und das künstliche Inventar eines Einzugsgebietes auf Basis der Definitionen im Forstgesetz 1975 (also inkl. dem Wirkungsbereich der Prozesse). Das natürliche Inventar (Geologie, Geomorphologie, Hydrologie, Vegetation, etc.) ist Änderungen mit unterschiedlicher Dynamik unterworfen, die sich mehr oder weniger intensiv, aber eher längerfristig, auf das Gefährdungspotenzial auswirken. Das künstliche Inventar (Brücken, Straßen, Schutzmaßnahmen, etc.) ist im Normalfall kürzeren Lebenszyklen unterworfen und kann dadurch auch sehr kurzfristige Änderungen des Gefährdungs- bzw. Schadenspotenzials bewirken (vergleiche auch vorher: Zusammenhänge zwischen der Wassertiefe – als ein Kriterium der Gefahrenzonenabgrenzung – und den Auswirkungen durch Retentionsmaßnahmen, Abb. 1).

Als zweiter Faktorenkomplex, dessen Änderungen bei der Ausweisung von Gefahrenzonen zu berücksichtigen ist, wird die Bewertung der Grundlagen genannt. Hier sind zum Ersten die Modelle und deren Grundlagendaten (Parameter) und Konzepte zur Qualifizierung und Quantifizierung der Naturraumprozesse zu nennen, die in einem zweiten Schritt unter Anwendung der Kriterien für die Abgrenzung der Gefahrenzonen in Rote und Gelbe Gefahrenzonen, sowie Vorbehalts- und Hinweisbereiche umzusetzen sind.

Die Modelle und Konzepte zur Naturgefahrenanalyse sind ständigen Änderungen und Weiterentwicklungen unterworfen, und in den Jahren seit Beginn der Gefahrenzonenplanung hat sich hier Vieles entwickelt, teilweise mit zunehmender Komplexität, was aber nicht immer eine Verbesserung der Genauigkeit in den Aussagen zur Folge hatte. Bevor also Änderungen in den Verläufen der Gefahrenzonen aufgrund neuer Erkenntnisse, die durch den Stand der Wissenschaft definiert werden, durchzuführen sind, bedarf es der Anwendung und des Testes in der Praxis, um

gegebenenfalls nach Adaptionen den Stand der Technik in der Wildbach- und Lawinenverbauung definieren zu können. Besondere Unsicherheiten bestehen nach wie vor bei den Einwirkungen (Lasten) auf Schutzbauwerke, die durch verfügbare Modelle nicht in zufrieden stellendem Maße erfasst werden können.

Die Bewertung der Prozesswirkungen, die sich in den Kriterien für die Abgrenzung der Gefahrenzonen ausdrückt, hat sich mit Ausnahme der Grenze für die Gefahrenzone Rot bei Lawinen nur geringfügig geändert und konnte auch anhand von Untersuchungen nach den Hochwässern 2002 im Projekt „Flood Risk“ keine neuen Impulse erfahren. Das Beispiel der Änderung der Grenze für die Gefahrenzone Rot bei Lawinen – Reduktion von 25 KN auf 10 KN im Jahr 1999 aufgrund von Untersuchungen nach den Lawinenabgängen in Galtür und Valzur (Paznauntal, Tirol, 1999) – zeigt jedoch, dass bei gleich bleibendem Gefährdungspotenzial durch die geänderte Bewertung eine Ausweitung der Gefahrenzone Rot bei wiederum gleich bleibender Gefahrenzone Gelb erfolgen muss.

Schutzmaßnahmen und Gefahrenzonen

Schutzmaßnahmen, als Teil des vorher erwähnten künstlichen Inventars eines Einzugsge-

bietes, sollen möglichst schnell positive Veränderungen im Gefährdungs- bzw. Schadenspotenzial und somit in den Verläufen der Gefahrenzonen bewirken. Bei mangelnder oder fehlender Instandhaltung kann das jedoch nicht gewährleistet werden und negative Folgen mit sich ziehen, die die tatsächliche Wirkung der Maßnahmen verringern oder in Ausnahmefällen die Gefährdung in 6 / 9 Summe sogar erhöhen können. Dies soll anhand der folgenden schematischen Abbildung (Abb. 2) kurz erklärt werden.

Mit der Erstellung eines Gefahrenzonenplans wird für ein Einzugsgebiet ein gewisses Gefährdungspotenzial für das Bemessungsereignis festgestellt und die Gefahrenzonen dementsprechend abgegrenzt. Durch das Setzen von Schutzmaßnahmen nimmt das Gefährdungspotenzial in kurzer Zeit ab und kann sich in der Folge je nach den Einflussfaktoren (Änderungen im Einzugsgebiet, Ereignisse, Alterung, Schadensereignis, Instandhaltung, etc.) unterschiedlich entwickeln. Zur Vereinfachung wird für das Schema in der Abbildung angenommen, dass keine Instandhaltung erfolgt, wodurch sich die folgenden 3 Szenarien unterscheiden lassen:

- a) Schutzniveau bleibt gleich oder steigt, weil andere Maßnahmen wirken (z.B.: wirksame Aufforstung, Konsolidierung des Prozesses ...)

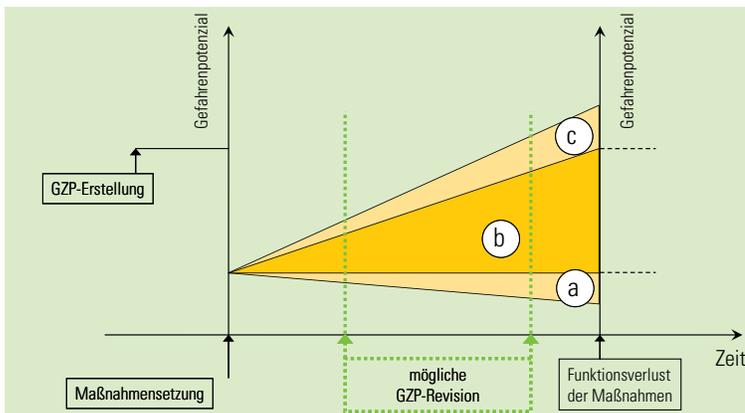


Abb. 2: Veränderung der Gefahrenpotenziale bzw. des Schutzniveaus in Abhängigkeit der Entwicklung der Schutzfunktion der Maßnahmen

Fig. 2: Change in hazards in relation to the possible changes in protection level of the measures

- b) Regelfall: Schutz geht allmählich wieder verloren bis zum Gefahrenpotenzial, das vor dem Setzen der Schutzmaßnahme gegeben war
- c) Ausnahmefall: Gefahrenpotenzial erhöht sich überproportional und ist schließlich höher, als vor dem Setzen der Schutzmaßnahme (z.B.: Versagen eines RHB, ungünstige Veränderungen im Einzugsgebiet – großflächiger Windwurf –, u.ä.)

Je nachdem, wann in dem Zeitraum der Änderung der Schutzfunktion der Maßnahmen und damit der Änderung des Gefährdungspotenzials eine Überarbeitung der Gefahrenzonen stattfindet (punktierte rote Linien), kann das Ergebnis auch mit einer Ausweitung der Gefahrenzonen verbunden sein.

Klimawandel und Gefahrenzonenplanung

Der Klimawandel und dessen Auswirkungen sind dem Bereich der Grundlagen des betrachteten Einzugsgebietes hinzuzuzählen. Soweit wissenschaftlich fundierte Aussagen derzeit zulässig sind, kommt es zu einer Verschiebung der Niederschläge in das Winterhalbjahr mit einem größeren Anteil an flüssigen Niederschlägen und allgemein einer Zunahme der Extremereignisse. Andererseits könnte gerade für ein Land wie Österreich die Erwärmung auch zu einer Hebung der potenziellen und damit aktuellen Waldgrenze führen, was sich wiederum positiv auf die schutzwirksame Vegetation auswirken könnte. Damit hätte die Klimaänderung sowohl negative als auch positive Wirkungen, wobei anzunehmen ist, dass die positiven Wirkungen mit der Verbesserung der schutzrelevanten Parameter den negativen, Schaden verstärkenden Faktoren, deutlich hinterherhinken werden.

Aus oben genannten Gründen ist somit in Summe mit einer Erhöhung der Bemessungswerte (Niederschlag, Abfluss) und einer Ausweitung der Gefahrenzonen unter Berücksichtigung der Klimaänderung zu rechnen. Ob allerdings schon jetzt dieser möglichen Entwicklung Rechnung getragen werden sollte und auch in der Gefahrenzonenplanung ähnlich wie bei der Bemessung von Schutzmaßnahmen Sicherheitszuschläge für den Klimawandel (Beispiel Baden-Württemberg und Bayern) eingerechnet werden sollten, müsste einer eigenen Diskussion unterzogen werden.

Gefahrenzonenplanung und Raumordnung

Verordnung über die Gefahrenzonenpläne 1976, § 1, Abs. 2:

„Unbeschadet der Bestimmungen des Abs. 1 sind die Gefahrenzonenpläne nach Maßgabe der den Dienststellen gebotenen Möglichkeiten so zu erstellen, dass sie als Grundlage für Planungen auf den Gebieten der Raumplanung, des Bauwesens und des Sicherheitswesens – bei Planungen auf letzterem Gebiet, soweit es sich um solche im Zusammenhang mit Evakuierungen, Verkehrsbeschränkungen oder um sonstige, der Sicherung vor Wildbach- und Lawinengefahren dienende Maßnahmen handelt – geeignet sind.“

Für die örtliche und überörtliche Raumplanung bietet die Ausweisung der Gefahrenzonen und Vorbehalts- bzw. Hinweisbereiche und die damit dokumentierten Gefahrenintensitäten die Möglichkeit, die Siedlungsentwicklung in geordnete Bahnen zu lenken, weg von den gefährdeten Bereichen. Als Grundlage von Katastropheneinsatzplänen ermöglicht die Verwendung der im Gefahrenzonenplan beschriebenen Szenarien den Einsatzleitern die Planung der zeitlichen Abfolge von Evakuierungen, Straßensperren und Umleitungen unter Einbeziehung der Meldungen über den Ablauf der Ereignisse.

Was in den vorigen Abschnitten technisch relativ einfach erklärt werden konnte, ist für die Raumordnung natürlich nicht tolerierbar, nämlich dass ein Gebiet, das durch Schutzmaßnahmen zu einem Zeitpunkt als gesichert und damit „frei“ von alpinen Naturgefahren dargestellt wurde, nach 15 bis 20 Jahren plötzlich wieder in einer Gefahrenzone zu liegen kommt.

Sowohl für die Planung der Siedlungsentwicklung als auch für die Ausübung privater Rechte bedarf es eines Mindestmaßes an Planungssicherheit, die von den Darstellungen im Gefahrenzonenplan und den umgesetzten Schutzmaßnahmen ausgeht. Von Seiten der Wildbach- und Lawinerverbauung kann dieses Mindestmaß durch die Orientierung am Stand der Technik und durch das umfangreiche Prüfverfahren sowohl bei Gefahrenzonenplänen als auch bei Schutzsystemen gewährleistet werden.

Nur bedingt im Einflussbereich der Wildbach- und Lawinerverbauung stehen aber die Gemeinden, die einerseits über die Begehungspflicht für die Einzugsgebiete (§ 101 Abs. 6 und 7 Forstgesetz 1975) angehalten sind, die Verhältnisse in den Bachläufen zu kontrollieren und gegebenenfalls eine Verbesserung zu veranlassen. Andererseits obliegt den Gemeinden als Inhaber der Wasserrechte auch die Erhaltung und Überwachung der ihnen übergebenen Schutzmaßnahmen und damit die Veranlassung zur ev. Räumung, um die Schutzfunktion zu erhalten.

Beide Verpflichtungen der Gemeinden und deren Einhaltung haben aber teilweise massive Auswirkungen sowohl auf Qualität und Quantität der Gefahrenzonen im Gefahrenzonenplan, was die bereits erwähnten Grundlagen in den

² Theoretisch würde jeder nicht geräumte Geschiebeablagerungsplatz und jede verwachsene Regulierung (vernachlässigte Instandhaltung) zu einer Reduktion der Schutzwirkung führen, die eine Änderung der Gefahrenzonen erforderlich machen würde. Dies erscheint in der Praxis zwar kaum vorstellbar, dokumentiert aber die hohe Verantwortung der Gemeinden hinsichtlich ihrer Instandhaltungsverpflichtung auch mittelbar im Zusammenhang mit Gefahrenzonenplanung und Raumordnung.

Einzugsgebieten betrifft, als auch auf die Funktionsfähigkeit der Schutzmaßnahmen beim Eintritt eines Bemessungsereignisses. Das bedeutet, dass nur bei regelmäßiger Wartung der Einzugsgebiete einerseits und der Schutzsysteme andererseits die in den Planungen unterstellten Zusammenhänge und Wirkungen Gültigkeit haben und damit verhindert werden kann, dass die im Schema der Abbildung 2 angedeuteten negativen Entwicklungen eintreten.²

Schlussfolgerungen

Der Gefahrenzonenplan als Monitoringsystem für die Prozesse alpiner Naturgefahren in einem Einzugsgebiet kann die oben beschriebenen lokalen Abhängigkeiten und teilweise sehr kurzfristigen Änderungen nur bedingt abbilden. Es ist daher bei der Überarbeitung von Gefahrenzonenplänen zur Beurteilung der Berücksichtigung der Wirkung von Schutzbauwerken im Sinne der eingangs gestellten Frage eine sichtbare Trennung der den Schutzmaßnahmen zugeordneten Funktionen von den Problemen im Zusammenhang mit der reinen Wartung vorzunehmen.

Die Stellung des Gefahrenzonenplans im rechtlichen, ökonomischen und sozialpolitischen Netz eines so alpin geprägten Landes wie Österreich macht eine Beurteilung schwierig und kann nicht von der Wildbach- und Lawinerverbauung alleine gelöst werden. Eine Rücknahme von Gefahrenzonen nach Verbauung mit dem Ziel, neue Flächen für Besiedlung und Verkehr zu schaffen, kann daher nur unter Einbeziehung aller Parameter des Gesamtsystems erfolgen: Disposition der Einzugsgebiete, Gefahrenprozesse, selektive Funktionalität der Schutzsystemkomponenten und individuelle Vulnerabilität der betroffenen Siedlungs- und Infrastrukturgebiete. Hier bedarf es der Zusammenarbeit mit den Gemeinden, der Raumordnung, den Grundstückseigentümern, die

direkt (Schaden, Standorte für Bauwerke) oder indirekt (temporäre Überflutungsräume für Muren, Geschiebe und Wasser) betroffen sind, den Betreibern von Infrastruktureinrichtungen (Straßen, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung etc.), den Verantwortlichen für die Katastrophenbewältigung und Nachsorge und den übrigen Raum- und Landnutzern.

Es bedarf daher anderer Konzepte und Planungsinstrumente als den Gefahrenzonenplan, die es ermöglichen, von der Darstellung einer momentanen Gefährdungssituation verbunden mit einer mittelfristigen Prognose auf eine langfristige Nutzbarkeit eines Gebietes für Siedlung und Infrastruktur zu schließen. Eine der denkbaren und im Rahmen der Hochwasserschutzstrategien im europäischen Raum bereits angedachten Lösungen wäre die Erarbeitung von Risikokarten, die den Gefahrenzonenplan als eine der Basisinformationen verwenden.

Adresse des Verfassers:

Authors address:

OR Dipl.-Ing. Franz Schmid
Abteilungsleiterin-Stv. / Assistant-Director
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung IV/5 - Schutz vor Wildbächen und Lawinen;
Bereich Gefahrenzonenplanung.
Federal Ministry of Agriculture and Forestry,
Environment and Water Management
Department IV/5 - Torrent and Avalanche Control;
Hazard Zone Mapping.
Marxergasse 2, 1030 Wien

Wir sichern und kultivieren die Erde

Hang- u. Böschung-
sicherung

Steinschlagschutz

Stützbauwerke

Steilwälle

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



JK[®]
KRISMER

www.krismer.com



Streckmetallrohr für Bohrlochstabilisierung



LAWINENSCHUTZBAUTEN

- Stahlschneebrücken Dk 2,0 - 5,0 mt.
- Triebsschneewände aus Stahl
- Lawinenablenkwände
- Stahlgrundplatten und Schwellenschuhe für Holzschneerechen
- Streckmetallrohre für die Bohrlochstabilisierung
- Schweißkonstruktionen nach ÖNORM M 7812 bzw. EN ISO 3834-2

MAIR WILFRIED GmbH

I-39030 St. Lorenzen - Südtirol
Tel: +39 - 0474 - 474 071 Fax: 559
E-mail: mair.wilfried@dnet.it
Internet: www.mairwilfried.it

SUDA J., HÜBL J.

Schäden und Schadmechanismen an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung

Damages and damagemechanism on torrential dams

Zusammenfassung:

Eine regelmäßige Überwachung von Schutzbauwerken trägt wesentlich zur Erhöhung der Sicherheit von Verbauungssystemen bei. Bei der Begutachtung der Bauwerke ist ein Grundwissen über die Schadmechanismen an Schutzbauwerken und deren Versagensarten unerlässlich, um den derzeitigen und zukünftigen Zustand eines Bauwerkes abschätzen zu können. Dabei sind sowohl prozessspezifische als auch materialspezifische Mechanismen zu beachten. Der vorliegende Artikel beschäftigt sich überblicksmäßig mit den wichtigsten Mechanismen, die zu einer Schädigung eines Schutzbauwerkes führen können.

Summary:

Periodic inspections of torrent protection structures contribute essentially to the safety of a barrier system. To assess the actual and future condition of a structure during a visual inspection a basic knowledge about the damage and failure mechanism is fundamental. These mechanism are divided into the process caused and the material caused ones. This paper shows the basic characteristics of the damage mechanism of torrential barriers.

1. Einleitung

Bauwerke in Wildbächen interagieren während ihrer Lebensdauer mit ihrer Umwelt und somit auch mit den geomorphologischen Verlagerungsprozessen kurzer bzw. langer Einwirkdauer. Durch die dadurch geschaffenen Randbedingungen verändert sich der Zustand der Bauwerke. Als negativ einzustufende Zustandsveränderungen können unbedeutende Beeinträchtigungen oder Schäden auftreten. Ein Schaden beschreibt Veränderungen im Bauwerk, in dessen Einbindungen oder Vorfeldern durch externe oder interne Ursachen, welche zu einer Verminderung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Dauerhaftigkeit des Tragwerkes führen. Schäden an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung treten u. a. durch den Einfluss von Umweltbedingungen, durch Belastungen, durch Alterung und Abnutzung und durch eine falsche Dimensionierung des Baukörpers auf.

Die unterschiedlichen Randbedingungen, denen ein Sperrkörper unterworfen ist, können in die externen und die internen Randbedingungen eingeteilt werden. Sie haben direkten oder indirekten Einfluss auf die zeitliche Veränderung des Sperrzustandes. Die Randbedingungen lassen sich in 7 Gruppen einteilen (Tab. 1).

2. Schädigungsmechanismen

Einem Großteil der in Tab. 1 zusammengestellten Randbedingungen liegen konkrete Mechanismen zu Grunde, die sich entsprechend der externen und internen Randbedingungen in prozessspezifische und materialspezifische Mechanismen einteilen lassen. Erste sind von den geomorphologischen Eigenschaften des Einzugsgebietes, letztere von den Eigenschaften des Bauwerkes abhängig.

2.1. Prozessspezifische Mechanismen

Vereinfacht kann man die Wildbachprozesse in die Entstehungsprozesse (Abtrag, Eintrag), die Transportprozesse und die Ablagerungsprozesse einteilen. Diese Grundprozesse laufen großräumig (Sammelgebiet, Ablagerungsgebiet) und lokal im Gerinnesystem ab. Betrachtet man die Prozesse vom Standpunkt des Bauwerkes, kann man jedem Schadensmechanismus einen hauptsächlich beteiligten Grundprozess zuordnen (Abb. 1). Dabei steht in der Abbildung der Schadensmechanismus immer auf gleicher Höhe mit dem auslösenden Grundprozess. Strichlierte Linien geben Schadensmechanismen an, die durch den Ausgangsmechanismus gefördert werden.

2.1.1. Grundprozesse

Die **Entstehungsprozesse** setzen sich aus den Abtragsprozessen der Erosion und dem Eintrag von Wildholz und Wasser zusammen. Als Erosion wird im Allgemeinen der Abtrag und Transport von Feststoffen durch Wasser, Gletscher, Wind und Wellen bezeichnet.

Tiefenerosion bezeichnet einen Erosionsprozess der zur Eintiefung des Gerinnes führt. Die für die Entstehung von Wildbächen charakteristische Form der Tiefenerosion ist die rückschreitende Erosion. Sie besteht in einer höhenmäßigen Änderung der Erosionsbasis, wobei sich das Gerinne an dieses veränderte Niveau durch Eintiefung anpasst. Solche Veränderungen sind im Rahmen von Hochwasserereignissen nur im Lockermaterial möglich. Eine Sonderform ist die Kolkererosion, bei der unterhalb eines Absturzes (Wasserfall) keilförmige Hohlformen (Keilanbrüche) entstehen.

Seitenerosion bezeichnet einen Erosionsprozess, der hauptsächlich die Ufer eines Gewässers angreift und dem Gewässer die Möglich-

Gruppe	Randbedingung		Parameter	Externe Randbedingungen
1	Anthropogene Randbedingungen			
	1A	Planung	Belastungsniveau	
	1B	Ausführung	Baumängel	
	1C	Bauunfall		
	1D	Instandhaltung	Inspektionsintervalle, Maßnahmen	
1E	Beschädigung			
2	Pysikalische, klimatische, chemische und biochemische Randbedingungen		(bio-)chemisches Milieu Feuchtigkeit Temperatur	
3	Biogene Randbedingungen		Bewuchs, Wurzeldruck Schädlingsbefall	
4	Geotechnische, geologische und tektonische Randbedingungen			
	4A	Äußere Standsicherheit		
	4B	Widerstand der luftseitigen Flanken	Einbindetiefe	
	4C	Widerstand an der Bauwerkssohle	Auskolkung, Einbindetiefe, Anker	
	4D	Verlandung im wasserseitigen Vorfeld	Verlandungshöhe, Erddruck	
	4E	Grundwasser, Hangwasser		
	4F	Bewegungen im Untergrund		
	4G	Seitlicher Hangdruck (Bergdruck)	Energieeintrag	
	4H	Steinschlag und Felssturz	Energieeintrag	
	4I	Rutschung	Energieeintrag	
4J	Erdbeben	Energieeintrag		
5	Prozessbedingte Randbedingungen			
	5A	Tiefenerosion	Kolktiefe, Kolkbreite, Fließgeschwindigkeit, Abflussdauer, Kornverteilung, Geschiebefracht, Feststoffkonzentration	
	5B	Seitenerosion	Fließgeschwindigkeit, Abflussdauer, Kornverteilung, Geschiebefracht, Feststoffkonzentration	
	5C	Flächenerosion	Niederschlag	
	5D	Abfluss	Wasserdruck: statisch, dynamisch Fließgeschwindigkeit, Abflussdauer, Abflusshöhe (Ereignisgröße), Feststoffkonzentration, Kornverteilung, Härte, Geschiebefracht, Stoßbelastung	
	5E	Unterströmung des Sperrnkörpers	Gradient, Kornverteilung,	
	5F	Durchströmung des Sperrnkörpers	Porenvolumen, Dichte	
	5G	Ablagerung von Schwebstoffen und Geschiebe	Korngröße, Fließgeschwindigkeit	
	5H	Ablagerung von Wildholz	Fließgeschwindigkeit, Abflusstiefe, lichte Breite des Abflussquerschnittes	
	5I	Lawinen		
5J	unbekannte Prozesse			
6	Strukturelle Randbedingungen des Bauwerkes			
	6A	Innere Standsicherheit (Tragfähigkeit der Querschnitte)	Baustoffklasse Bewehrungsgrad bei Stb., Ausnutzungsgrad Materialfehler	
	6B	Werkstoff	Beton, Holz, Stahl, Stein	
	6C	Dauerhaftigkeit (Materialalter, Abnutzung)	Resttragfähigkeit des Querschnittes Korrosionsgrad der Bewehrung, Betondeckung	
6D	Konstruktive Sicherungsmaßnahmen	Kronsteine, Panzerung, Kolkschutz, Fundamenttiefe, Vorfeldwangen, Anker		
7	Funktionale Randbedingungen des Bauwerkes			
	7A	Funktionserfüllung		
	7B	Bauwerkstyp		
	7C	Bauwerksform		
	7D	Bauwerkslage		
				Interne Randbedingungen

Tab. 1: Randbedingungen des Bauwerkszustandes

Table 1: Boundary conditions of structure condition

keit gibt sich seitlich zu verlagern. Uferanbrüche entstehen durch die seitliche Erosionswirkung von Wildbächen im Außenbogen oder durch die Verlagerung des Gewässerbettes.

Die **Oberflächenerosion** ist das Abschwemmen von Lockergestein (Gesteinsteilen) von der Landoberfläche und das Eintragen in das Gewässersystem bei Niederschlägen.

Bei den **Verlagerungsprozessen** in Wildbächen können entsprechend ihrer Ausprägung

fluviatile und murartige Prozesse unterschieden werden (Abb. 2). Erstere umfassen Hochwasser und fluviatilen Feststofftransport, zu den zweiten zählen murartiger Feststofftransport und Murgang. Weitere Formen der Massenverlagerung sind stürzende (Steinschlag, Felssturz, Bergsturz) und rutschende (Hangmure, Erdstrom, Rutschung) Prozesse.

Der **Reinwasserabfluss** führt nur unerhebliche Feststoffmengen mit sich. Liegt der

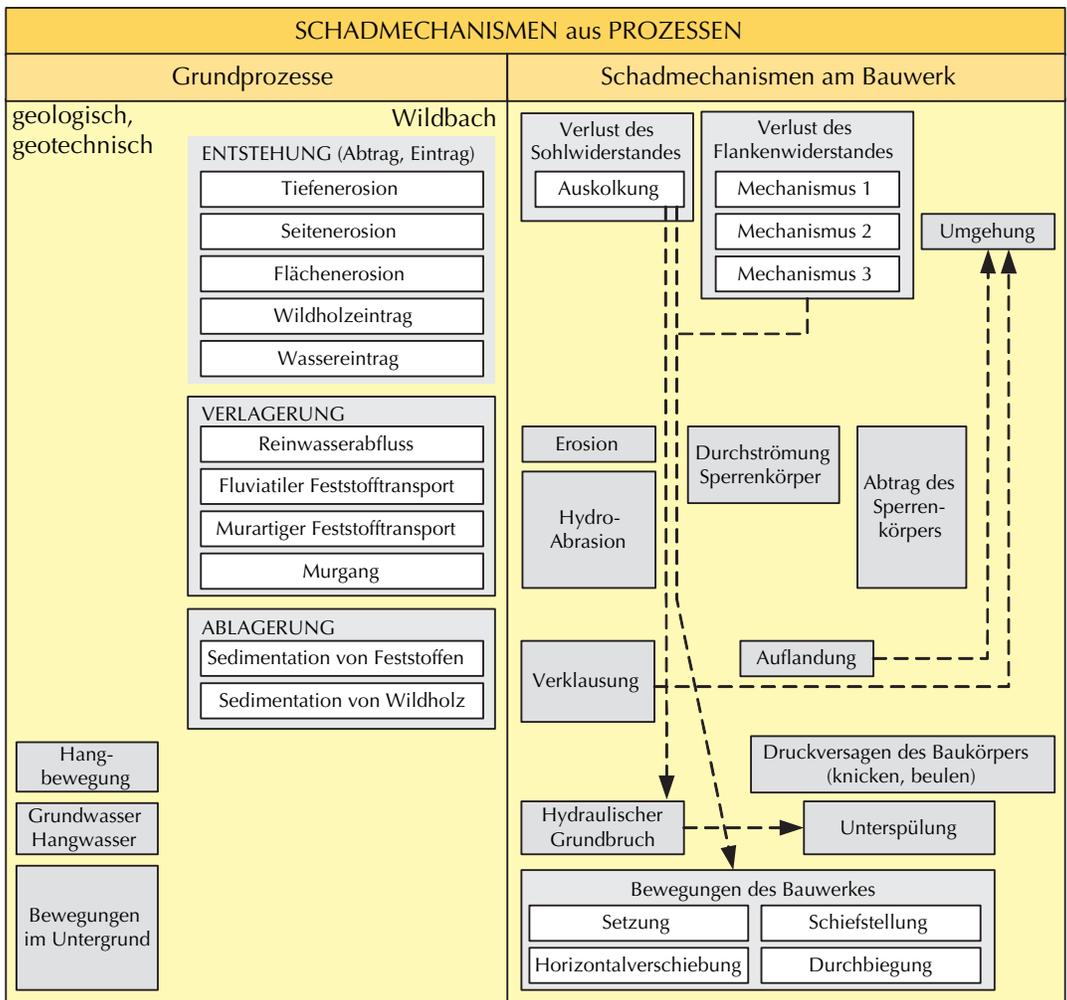


Abb. 1: Grundlegende Prozesse und deren Auswirkungen auf die Schadmechanismen an Bauwerken oder Bauteilen

Fig. 1: Basic processes and their effects on damagemechanisms of structures or components

Pegelstand oder Abfluss über dem langjährigen Mittel ist es ein Hochwasserabfluss. Die Feststoffe werden überwiegend als Schweb mitgeführt, der Geschiebetransport ist im Verhältnis zum Wasserabfluss von untergeordneter Bedeutung. Die Dichte des Wasser-Feststoff-Gemisches ist im Vergleich zu Wasser nicht signifikant erhöht und kann mit 1000 kg/m^3 angenommen werden. Der Hochwasserabfluss kann turbulent und instationär erfolgen, wenn plötzliche Schwallwellen infolge Durchbruch einer Verkläusung auftreten.

Der **fluviatile Feststofftransport** zeichnet sich durch das Vorhandensein eines bedeutenden Feststofftransports, dem Schwebstoff- und dem sohlennahen Geschiebetransport, aus. Während Schwebstoffe bei Hochwasser relativ homogen im Querprofil verteilt sind, wird hier das Geschiebe sohlennah verlagert. Die Dichte des Wasser-Feststoff-Gemisches liegt unter 1300 kg/m^3 , die volumetrische Feststoffkonzentration erreicht Werte bis zu 20 %. Die Geschwindigkeit des transportierten Geschiebes liegt unter der des turbulenten Wasserabflusses, das Fließverhalten ist newtonisch.

Der **murartige Feststofftransport** umfasst Abflüsse mit hoher Feststoffkonzentration. Die Feststoffe sind unabhängig von der Korngröße über den ganzen Abflussquerschnitt verteilt. Auch größere Kornfraktionen (Geröll) bewegen sich annähernd mit der Geschwindigkeit des Wassers. Die Dichte des Wasser-Feststoff-Gemisches liegt zwischen 1300 und 1700 kg/m^3 , wobei eine volumetrische Feststoffkonzentration zwischen 20 und 40 % erreicht werden kann. Das Fließverhalten kann näherungsweise als newtonisch bezeichnet werden.

Ein **Murgang** ist eine langsam bis schnell abfließende Suspension aus Wasser, Feststoffen und Wildholz. Ein Murgang kann sich aus mehreren Murschüben zusammensetzen, die einer bereits ausgebildeten Tiefenlinie folgen und eine typische Bewegungsform sowie charakteristische

Ablagerungsformen aufweisen. Die mittransportierten Feststoffe sind unabhängig von der Korngröße über den ganzen Abflussquerschnitt verteilt. Die Dichte des Wasser-Feststoff-Gemisches liegt zwischen 1700 und 2400 kg/m^3 , wobei eine volumetrische Feststoffkonzentration von 40 bis 70 % typisch ist. Das Fließverhalten ist nicht newtonisch.



Abb. 2: Übersicht über die Systematik der Verlagerungsprozesse in Wildbacheinzugsgebieten; aus [1]

Fig. 2: Systematic overview of displacement processes in torrents

Die **Ablagerungsprozesse** sind ein geomorphologischer Prozess, bei dem erodierte und vom Wildbach transportierte Feststoffe (Geschiebe, Wildholz) in bestimmter Form deponiert werden. Die Ablagerung ist eine Funktion des Geländes, des bewegten Volumen und der Stoffeigenschaften.

Bewegungen des Hanges oder Gebirges können auf Bauwerke als Hangdruck (Bergdruck) einwirken. **Bewegungen im Untergrund** können zu Bauwerksbewegungen führen und haben unterschiedliche Ursachen. So können das Be- und Entlasten des Bodens, Strukturänderungen (Sackungen), Suffusions- und Erosionsvorgänge, Schrumpfen und Quellen des Bodens, Gefrieren und Auftauen, Hangbewegungen, Geländesenkungen, Erdbeben und tektonische Bewegungen zu Veränderungen führen [14].

2.1.2. Schadmechanismen am Bauwerk

2.1.2.1. Erosion und Hydroabrasion

Den Grundmechanismus der Erosion oder Abrasion beschreibt ein tribologisches System. Ein tribologisches System (Abb. 3 A) besteht aus einem Grundkörper und einem Gegenkörper (fest, flüssig, gasförmig). Durch den Kontakt mit dem bewegten Gegenkörper unterliegt der Grundkörper einem Verschleiß. „In DIN 50 320 wird Verschleiss als ‚fortschreitender Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanische Ursachen, d.h. Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers‘ definiert.“ ([12] 3). Die Art und Höhe des Verschleißes ist von den Eigenschaften des Grundkörpers, des Gegenkörpers und der Beanspruchung abhängig.

Wird der Grundkörper durch reines Wasser ohne Feststoffe überströmt, spricht man bei einem Materialabtrag von Erosion (Abb. 3 A). Wird der Abtrag durch Wasser mit Feststoffen (z.B. Geschiebe) oder ausschließlich von Feststoffen (z.B. Reifen, Flugsand) verursacht, spricht man von Abrasion. Bei der Hydroabrasion ist der Grundkörper (z.B. die Mauerkrone in einer Abflussektion) durch fließendes Wasser mit Feststoffen beansprucht. Je nach Art der beteiligten Stoffe (Flüssigkeit, Feststoffe) und Art der Beanspruchung (Strömen, Stoßen, Schwingen) unterscheidet man verschiedene Verschleißvorgänge (Tab. 2). Im Bereich der Wildbachverbauung treten in den meisten Fällen die Beanspruchungsarten stoßend (= prallend = schlagend) und schleifend (strömend) auf (Abb. 3 B). Da beide Verschleißarten in der Regel gleichzeitig auftreten, spricht man vom Hydroabrasivverschleiß.

Die Höhe der Abrasionsbelastung eines Bauwerkes ist einerseits von der Höhe der hydraulischen Einwirkung (Gegenkörper) und andererseits vom Widerstand des Bauwerkes (Grundkörper) abhängig.

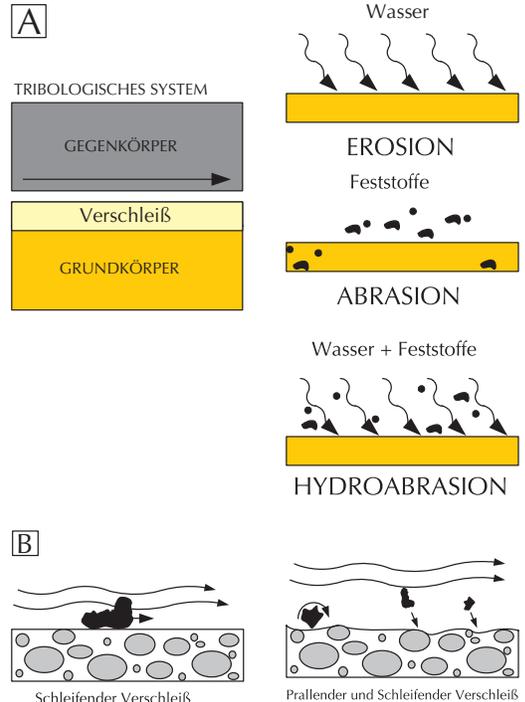


Abb. 3: Tribologische Systeme: (A) Grundmechanismen; (B) unterschiedliche Arten der Beanspruchung von Werkstoffoberflächen in hydraulischen Systemen

Fig. 3: tribologic systems: (A) basic mechanism; (B) different stresses in hydraulic systems

Nach [12] lässt sich die hydraulische Einwirkung über die Fließgeschwindigkeit, den Korndurchmesser, die Kornform und die Härte des Geschiebes sowie der Geschiebefracht beschreiben. Der Widerstand des Bauwerkes ergibt sich aus seiner Form und dem Werkstoff, insbesondere jenem im Bereich der Abflussektion. Laut [12] führt eine rein schleifende Belastung selten zu größeren Problemen, hingegen sind Orte mit einer hohen Schlagbelastung, besonders wenn sie mit einem schleifenden Anteil kombiniert sind, kritisch.

Die Abrasionsbelastung steigt überproportional mit der Erhöhung der Fließgeschwindigkeit an. Die Fließgeschwindigkeit ist somit der zentrale Parameter. Die Abrasionsbelastung nimmt mit steigendem Durchmesser des transportierten Geschiebes zu. Der Korndurchmesser des trans-

portierten Geschiebes ist abhängig von der Schleppkraft des Wassers und somit der Fließgeschwindigkeit. Nach [12] werden massive Abrasionsschäden meist ab einem d_{90} von ca. 0,2 m beobachtet. Hartes und/oder kantiges Geschiebe erhöht die Abrasionsbelastung zusätzlich. Harte Gesteinskomponenten weisen in der Regel eine Kantform auf, weichere Gesteine sind öfters gerundet. Die Abrasionsbelastung steigt etwa linear mit der Geschiebefracht.



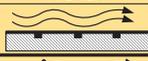
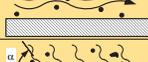
Abb. 4: Abrasion mit hohem schlagendem Anteil: (A) Hydroabrasion auf Holz; (B) Abrasion einer Stahlbetonkrone im seitlichen Flügelbereich

Fig. 4: abrasion with impact component: (A) on timber; (B) on reinforced concrete capstone

Ein Bauteil ist gefährdet, wenn er an einem Ort mit hoher Abrasionsbelastung liegt. Nach [12] kann man von hoher Gefährdung sprechen, wenn zumindest eines der folgenden Kriterien erfüllt ist. An bestehenden Bauwerken am selben Fluss oder an Flüssen mit ähnlichen Einzugsgebieten treten Abrasionsschäden auf. Der Durchmesser des transportierten Geschiebes ist groß. Die spezifische Geschiebefracht ist hoch. Sehr große Schäden treten typischerweise auf bei Werten ab ca. 1000 t Geschiebe pro Meter Breite und Jahr. Zu berücksichtigen ist dabei die über den Querschnitt oft ungleiche Verteilung des Geschiebes. Das Geschiebe ist vorwiegend hart und kantig.

Wenn ein Bauwerk eine hydraulisch ungünstige Form hat, liegt auch bei kleineren hydrologischen Belastungen eine große Abrasionsgefährdung vor. „Die Form des Bauwerkes und seine Anströmung aus dem Oberwasser bestimmen wie und mit welcher Geschwindigkeit das Wasser und damit das Geschiebe über die Bauteile geleitet werden.“ ([12] 79)

Neben der Einwirkung und der Form und Lage des Bauteiles wirken sich auch unterschiedliche Materialien auf die Höhe der Abtragsrate aus. Holz setzt aufgrund seiner niederen Dichte der Abrasion einen relativ geringen Widerstand entgegen. Höhere Widerstände weisen Betone auf. Die technisch höchsten Widerstände werden mit Granit- und Basaltkronen, Stahlpanzerungen, und in Ausnahmefällen Verstärkungen mit hochfesten (ultrahochfesten) Betonen erreicht. Die Materialwiderstände sind abhängig von der Dichte (Druckfestigkeitsklasse, Sortierklasse) und der Fähigkeit Energie zu dissipieren (schlagende Abrasion).

	Systemstruktur	Tribologische Beanspruchung	Verschleißart	Beispiel
Erosion	Festkörper (Beton-Randzone) Flüssigkeit	Strömen 	Flüssigkeitserosion	Betonrohre und Gerinne in der Abwassertechnik
		Stoßen durch implodierende Dampfblasen 	Kavitationserosion	Hochwasserentlastungsanlagen an Talsperren
		Stoßen 	Tropfenschlagerosion	Tosbecken, Hochdruckanlagen
		Schwingen 	Ermüdungsbruch	(mit Stahlplatten) gepanzerte Stollen an Wasserkraftanlagen
Abrasion	Festkörper (Beton-Randzone)	Strömen 	Spül- oder (Hydro) Abrasivverschleiß	Tosbecken, Wehrkörper, Grundablässe, Umleitungsstollen, befestigte Gerinne
	Flüssigkeit mit Feststoffpartikel	Strömen, Stoßen 		
	Festkörper (Beton-Randzone)	Rollen, Wälzen 	Roll-, Wälzverschleiß	Besicken von Stahlbetonsilos mit Feststoffen, Ausbaggern von Sandfängen
	Festkörper (Beton-Randzone)	Stoßen 	Prall- bzw. Schrägstrahlverschleiß (Zweikörper-Abrasivverschleiß)	
	Feststoffpartikel	Gleiten 	Furchungverschleiß (Zweikörper-Abrasivverschleiß)	

Tab. 2: Maßgebliche Verschleißvorgänge bei Wasserbauten, nach [13], 870

Table 2: abrasion mechanisms in hydraulic structures

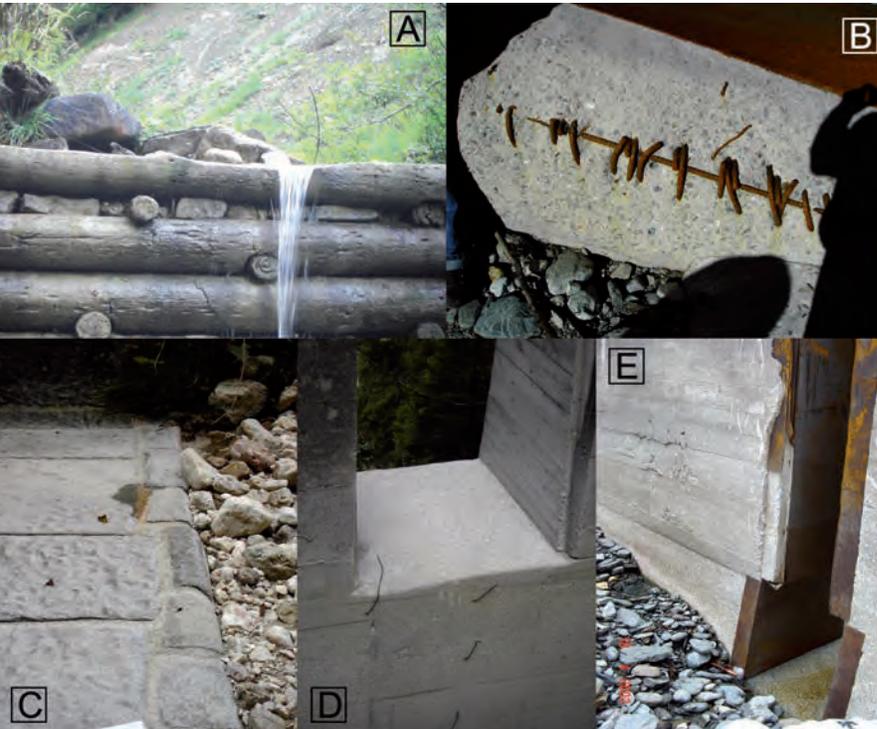


Abb. 5: Abrasion mit hohem schleifendem Anteil: (A) Abrasion auf Holz; (B) Abrasion an einer Stahlbetonkrone mit freigelegter Bewehrung; (C) Abrasion von Kronsteinen aus Granit; (D) Abrasion einer Öffnung in einer Stahlbetonsperre; (E) schlagende Abrasion an einem Kantenschutz aus Stahl (GBL Pinzgau)

Fig. 5: abrasion with high grinding component: (A) on timber; (B) on reinforced concrete capstone; (C) on granite; (D) on an opening of a concrete barrier; (E) on steel

2.1.3. Verklausung

Als Verklausung wird die Verstopfung des Wildbaches durch Wildholz, Geschiebe oder anderes Material bezeichnet, die einen Aufstau verursachen kann. Das plötzliche Durchbrechen von Verklausungen kann zu schwallartigen Abflüssen führen, die weit über dem hydrologisch ermittelten, höchsten Hochwasserabfluss liegen können. Verklausungen an Engstellen lösen in der Regel Ausuferungen und Überschwemmung aus und können auch eine Verlagerung des Gewässerbetts bewirken. Somit können Verklausungen indirekt durch schwallartige Abflüsse und direkt durch unerwünschte Verklausung des Bauwerkes selbst zu Schäden führen.

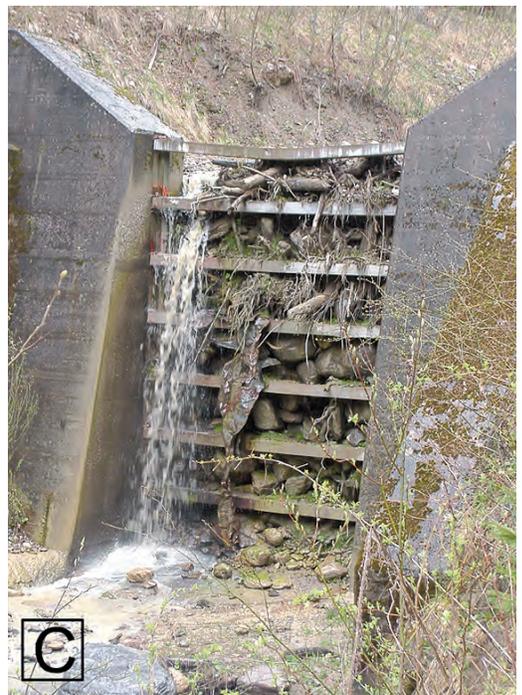
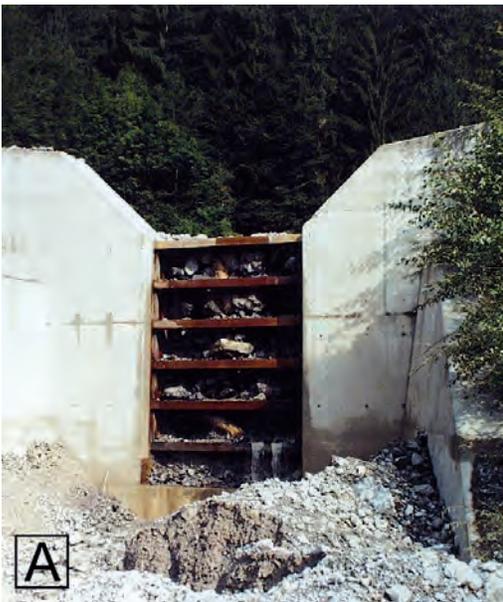


Abb. 6:
Verklausungen: (A) durch Geschiebe; (B) durch Wildholz; (C)
durch Geschiebe und Wildholz

Fig. 6:
Blockages: (A) due to bedload, (B) due to deadwood; (C)
to deadwood and bedload

2.1.3.1. Verlust des Sohlwiderstandes (unterwasserseitige Auskolkung)

Als Kolk wird eine örtlich begrenzte, durch Strömungsturbulenzen verursachte Vertiefung im Gewässerbett bezeichnet. Kolke treten häufig unterhalb von Abstürzen oder rund um Einbauten im Gewässer auf. Durch die Tiefenerosion (rück-schreitende Erosion) wandern Kolke immer näher zum Bauwerk. In Extremfällen führt dies zu einer Verringerung der Gleitsicherheit und einer Begünstigung des mechanischen oder hydraulischen Grundbruches.

2.1.3.2. Verlust des Flankenwiderstandes

Beim Verlust des Flankenwiderstandes kann man drei grundlegende Mechanismen unterscheiden

(Abb. 9). Mechanismus 1 wird hauptsächlich durch die Tiefenerosion ausgelöst. Dabei werden durch die Ausbreitung des Kolkes und Seitenerosion die seitlichen Hänge von der Basis her instabil und rutschen ab. Der Mechanismus 2 wird hauptsächlich durch die Seitenerosion verursacht. Wenn die Bachachse z.B. durch Auflandungen im Sperrenvorfeld zu einer Flanke gedrängt wird, beginnt der Überfall von oben weg die Flanken abzutragen. Zu flach ausgebildete Anzüge der Sperrrenflügel begünstigen diesen Mechanismus. Der 3. Mechanismus beruht auf der Oberflächenerosion, indem die seitlichen Hänge durch Oberflächenwasser allmählich abgetragen werden. Dieser Mechanismus wird durch steile Böschungswinkel und fehlenden Erosionsschutz der Hänge begünstigt.



Abb. 7: Auskolkung aufgrund rückschreitender Tiefenerosion:
(A) zerstörter Kolkenschutz einer Steinsperre (ZMWK); (B) fehlende untere Einbindung einer Stahlbetonsperre
Fig. 7: scouring



Abb. 8: Seitlicher Flankenwiderstand:
(A) Mechanismus 1; (B) Erosion der seitlichen Flanke durch eine Kombination aus Mechanismus 1 und 3
Fig. 8: collateral slope resistance

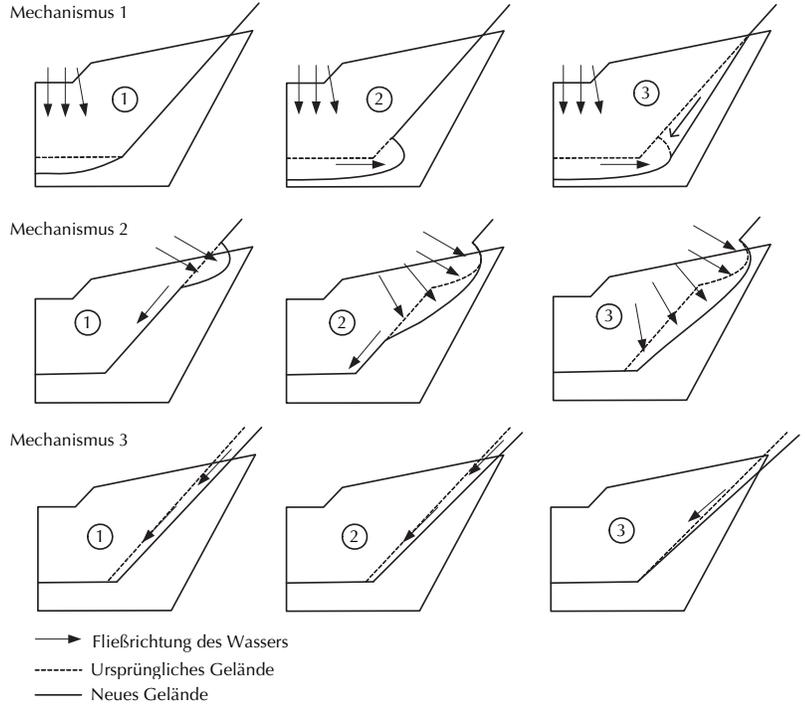


Abb. 9: Mechanismen, die in Lockergestein zum Verlust des seitlichen Flankenwiderstandes führen können

Fig. 9: failure mechanism of collateral slope resistance



Abb. 10: Seitlicher Flankenwiderstand: (A) fehlender Flankenwiderstand bei einer Holzkastensperre (Mechanismus 1); (B) Flächenerosion (Mechanismus 3)

Fig. 10: collateral slope resistance

2.1.3.3. Umgehung

Bei der Umgehung wird ein Querbauwerk seitlich vom Bach umgangen. Sie führt zu einem Versagen der Gebrauchstauglichkeit. Der Beginn der Umgehung kann in einem Verlust des Flankenwiderstandes nach dem 2. Mechanismus oder einer Verklausung liegen. Weiters können konstruktive Mängel wie ungenügende seitliche Einbindetiefen, zu gering bemessene Abflussektionen oder ungünstige Platzierung des Bauwerkes zur Bachachse zu einer Umgehung führen.

2.1.4. Auflandung

Die Auflandung der Sohle ist eine Materialablagerung in einem Gewässer mit einer dadurch bedingten Hebung der Gewässersohle. Als Schadmechanismus für das Bauwerk ist besonders die Auflandung im Bereich des Sperrenvorfeldes relevant. Sie kann die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes beeinträchtigen und zur Verlagerung der Bachachse führen. Diese Verlagerung kann eine Umgehung des Bauwerkes begünstigen.



Abb. 11: Umgehung: (A) Umgehung aufgrund Anlandung und zu geringer seitlicher Einbindung; (B) Umgehung aufgrund Verklausung des funktionalen Teiles und fehlender seitlicher Einbindung (Foto: Walser Otto)

Fig. 11: damage by bypass



Abb. 12: Auflandung im wasserseitigen Sperrenvorfeld und Verlagerung der Bachachse an den Gewässerrand

Fig. 12: aggradation in upstream area

2.1.5. Schub- und lokales Druckversagen des Baukörpers

Tektonische Bewegungen des Hanges oder Gebirges wirken auf Widerstände als Hangdruck (Bergdruck) ein. Es gibt dabei zwei grundsätzlich verschiedene Versagensmechanismen, ein Schubversagen und ein lokales Druckversagen.

Beim 1. Mechanismus, dem Schubversagen kommt es zum Abscheren von Flügeln oder Flügelteilen an horizontalen Fugen oder dem Abscheren von keilförmigen Sperrenteilen. Die Richtung ist abhängig von der Angriffsrichtung des Hangdrucks. Die Bewehrung in den Schubrisen ist in der Regel gerissen und die Einzelstäbe sind verschoben.

Der 2. Mechanismus, das lokale Druckversagen, kann aufgrund des Knickens der Gesamtstruktur oder als Druckversagen in einer Biegedruckzone auftreten. Letzteres ist häufig, wenn der Hangdruck in einem Winkel zur Systemachse des Bauteiles angreift und z.B. im Flügelbereich Biegung erzeugt. Man erkennt diesen Mechanismus am ganzen Bauwerk (Knicken des Bauwerkes, Verdrehung der Flügel). Im Druckbereich bilden sich senkrechte oder schräge Risse mit ausgeknickter Bewehrung und plattenartigen Betonabplatzungen. Im Zugbereich sind Biegerisse sichtbar.



Abb. 13: Hangdruck: Versagensmechanismus 1 (Schubversagen): (A) Abscheren des Flügels an einer horizontalen Fuge (Trennriss) mit anschließender Verkantung; (B) Abscheren mit Verkantung und Verdrehung

Fig. 13: slope pressure: 1st failuremechanism (shear failure)



Abb. 14: Hangdruck: Versagensmechanismus 2 (lokales Druckversagen): lokales Druckversagen des Betons mit ausgeknickten Bewehrungsstäben und Betonabplatzungen.

Fig. 14: slope pressure: 2nd failuremechanism (lokal compression failure)

2.1.6. Grundbruch

Bei Bauwerken mit Flächengründungen können die Bruchmechanismen mechanischer Grundbruch, hydraulischer Grundbruch und Auftriebsbruch vorkommen [14].

Bei einem mechanischen Grundbruch ist die Standsicherheit einer Gründung infolge der Ausbildung von Gleitflächen nicht gegeben. Der Untergrund verformt sich durch die von der Last des Bauwerkes hervorgerufenen Spannungen entsprechend seiner Zusammendrückbarkeit und Scherfestigkeit. Lotrechte Lasten verursachen zunächst vor allem lotrechte Verschiebungen (Setzungen). Mit zunehmender Last bilden sich progressiv fortschreitende Gleitflächen aus und der Boden wird dabei auch seitlich verdrängt. In Abhängigkeit von der Lage und Länge der Gleitflächen kann man die Brucharten globaler Scherbruch, lokaler Scherbruch und Stanzbruch unterscheiden.

Bei zu starker Neigung der resultierenden gegen die äußere Normale der Sohlfläche tritt durch Überwinden der Scherfestigkeit eine Bewegung

ein (Gleiten). Die Gleitgefahr wird durch den passiven Erddruck vor dem Bauwerk verringert.

Wandert der Punkt, in dem die Resultierende der äußeren Kräfte die Sohle trifft, über den Rand des Kerns hinaus, entsteht eine klaffende Fuge und eine rasch anwachsende Sohlspannung im Druckbereich (Kippen).

Wird ein Bauwerk unterströmt (z.B.: Sperrenbauwerk, Ufermauer) oder durchströmt (z.B. Erddamm, Trockenmauer) ergibt sich eine Abnahme der Tragfähigkeit infolge der auftretenden Strömungskräfte. Wird der Untergrund infolge einer Zunahme von Porenwasserdrücken instabil, spricht man von einem hydraulischen Grundbruch. Ein hydraulischer Grundbruch kann als Scherbruch, als Verflüssigungsbruch, als Gesteinsaufreißen oder als Erosionsbruch in Erscheinung treten [14].

Ein Auftriebsbruch tritt ein, wenn ein Bauwerk infolge des auf dieses Bauwerk wirkenden Auftriebes aufschwimmt. Dieser Mechanismus kann als Verflüssigungsbruch in der Gründungssohle aufgefasst werden.



Abb. 15: Auftriebsbruch: aufgeschwommene und gekippte Holzkastensperre

Fig. 15: buoyancy failure

2.1.6.1. Unterspülung

Bei der Unterspülung bildet sich durch unter- und oberwasserseitige Auskolkung eine durchgehende Stromröhre (Abb. 16). Die Stromröhre wird durch innere Erosion aufgeweitet. Im Extremfall fließt der gesamte Abfluss unter der Sperre durch (Abb. 17). Die Voraussetzung für diesen Schadmechanismus ist eine tragfähige Verankerung der Sperre in den Flanken, da es sonst zu einem Versagen durch Kippen kommt.

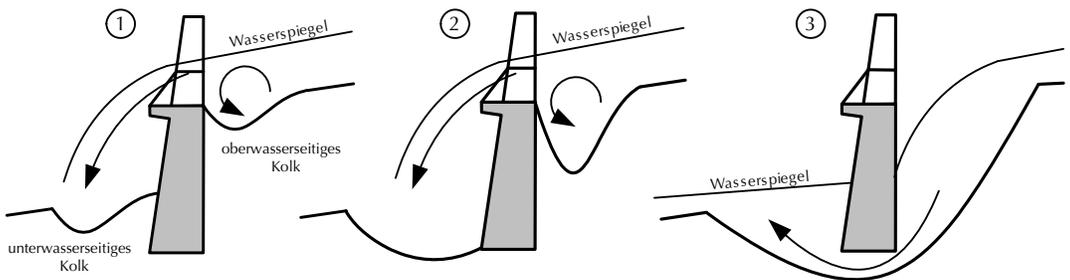


Abb. 16: Ausbildung einer Unterspülung

Fig. 16: undercutting mechanism

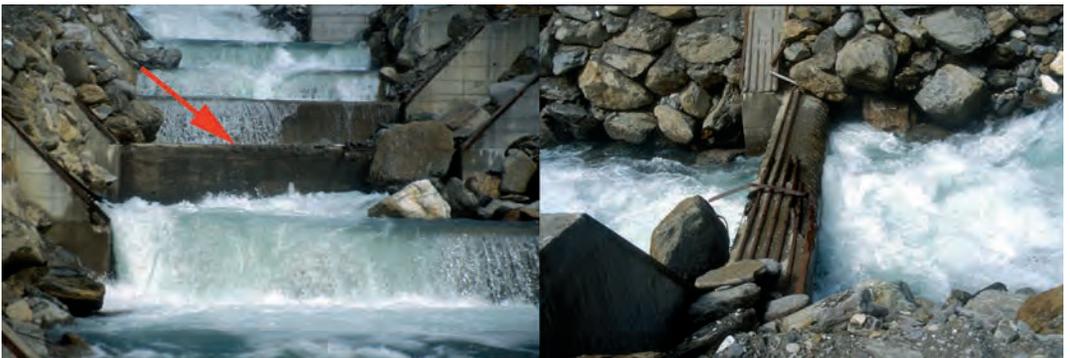


Abb. 17: Unterspülung einer Konsolidierungssperre

Fig. 17: undercutting of ceckdam

2.1.7. Bewegungen des Bauwerkes

Die Bewegung eines Sperrenbauwerkes besteht aus dem Anteil der Starrkörperbewegung (Translation und Rotation) und jenem der Verformung. Um die Gesamtbewegung exakt zu beschreiben wird sie in die Komponenten Setzung (vertikale Translation), Horizontalverschiebung (horizontale Translation), Schiefstellung (Kantung, Rotation) und Durchbiegung (Verformung) zerlegt. Der Begriff Setzung umfasst somit die Summe der lotrechten Komponenten der Bewegung. „Ob sich eine Konstruktion bei einer Bewegung nur verformt, ob sie nur eine Starrkörperbewegung ausführt oder ob beide Bewegungsanteile vorliegen, hängt von der Steifigkeit der Konstruktion, den Untergrundverhältnissen und der Bewegungsursache ab.“ ([14] 304)

2.1.8. Zerstörung (Totalschaden)

Bei der Zerstörung eines Bauwerkes oder eines Anlagenteiles kommt es zum schlagartigen Verlust der Tragfähigkeit. Zu einer Zerstörung können unterschiedliche Mechanismen oder eine Kombination aus mehreren Mechanismen führen. Die Zerstörung kann durch primäres Versagen der inneren oder äußeren Standsicherheit eintreten. Ein Versagen der äußeren Standsicherheit zieht meist ein Querschnittsversagen mit sich. Bei einem Verlust der äußeren Standsicherheit kommt es beispielsweise zu einem Kippen oder Aufschwimmen (Abb. 15) einer Sperre. Ein Versagen der inneren Standsicherheit kann auf Schub- und lokales Druckversagen des Baukörpers aufgrund von Hangdruck (Abb. 13, Abb. 14), durch eine Überlastung aus einem Ereignis (Abb. 18) oder aufgezwungenen Verformungen eintreten.



Abb. 18: Zerstörung von Sperren: (A) Totalschaden; (B) Zerstörungen der Sperrenkrone mit anschließender Abrasion des Sperrenkörpers

Fig. 18: total loss of dams

2.2. Materialspezifische Mechanismen

2.2.1. Grundlegende Transportmechanismen

Transportvorgänge von Wasser und darin gelösten Stoffen in porösen anorganischen oder organischen Systemen (Beton, Stein, Holz) sind äußerst komplex. Die Transportvorgänge werden vom Volumenanteil der Poren, der Porengrößenverteilung und der Porenform beeinflusst. Neben diesen Faktoren beeinflusst der Aggregatzustand der transportierten Medien die Transportmenge. Die Migration von Wasser, gelösten Stoffen und Gasen in Werkstoffen erfordert treibende Kräfte. Man kann den Kapillarsog, die Diffusion, die Osmose und die Permeation als grundlegende Transportmechanismen unterscheiden (Abb. 19). Die Diffusion bildet die Grundlage der Permeation und Osmose.

Durch das Bestreben, Wasser an der Oberfläche anzulagern (spezifische Oberflächenenergie), kann Wasser auch gegen die Schwerkraft in poröse Systeme gesaugt werden (Abb. 19 (1)). Dieser Grundmechanismus wird als Ka-

pillarsog bezeichnet. Die kapillare Steighöhe ist vom Durchmesser der Kapillare abhängig. Unter Diffusion versteht man den Stofftransport in einem Medium (Gas, Wasser), in dem diese Stoffe gelöst sind (Abb. 19 (2)). Durch Konzentrationsunterschiede dieser Stoffe (Moleküle, Ionen) im Medium und aufgrund des Bestrebens zum Konzentrationsausgleich entsteht ein Konzentrationsgradient und eine Bewegung. Unter Osmose versteht man Diffusion durch eine semipermeable (halbdurchlässige) Membran (Abb. 19 (3)). Eine solche Membran kann in unbelebten Materialien durch eine Schicht aus sehr kleinen Porenradien entstehen. Durch den Konzentrationsgradienten von der Umgebung in den von der Membrane abgesperrten Bereich kommt es dort entweder zu einer Zunahme des Volumens oder einer Zunahme des Drucks. Unter dem letzten Transportmechanismus, der Permeation versteht man den Stofftransport durch einen porösen Festkörper. Antrieb ist ein Konzentrations- oder ein Druckgradient. (Abb. 19 (4)) In der Regel laufen diese Vorgänge gemeinsam ab.

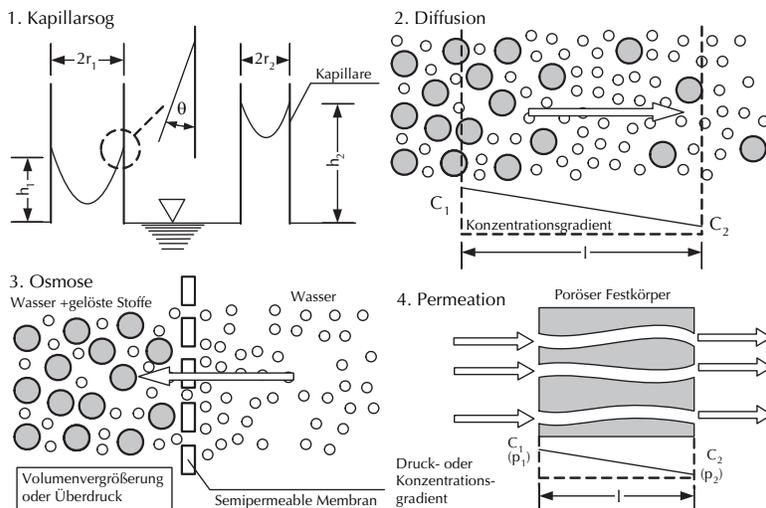


Abb. 19: Grundprozesse für Transportvorgänge in porösen Werkstoffen

Fig. 19: basic migration processes in porous material

2.2.2. Beton

Schädigungsmechanismen von Beton kann man in physikalische (mechanische und thermische Angriffe) und in chemische/elektrochemische/biochemische Mechanismen einteilen (Abb. 20). Viele dieser ablaufenden Mechanismen sind analog zu jenen an Gesteinen. Vereinfacht betrachtet sind Betone künstlich hergestellte Konglomerate (Sedimentgesteine). „Bei allen Schädigungsprozessen spielen die Porenstruktur und damit indirekt die Festigkeit des Betons, Transportprozesse von Flüssigkeiten, Ionen und Gasen im Porensystem sowie Reaktionen im Porensystem zwischen Betonbestandteilen und von außen eingedrungenen Substanzen eine wesentliche Rolle. Neben den Eigenschaften und den Vorgängen im Betongefüge sind die mikroklimatischen Verhältnisse an den jeweils betrachteten Betonoberflächen und die Wechselwirkung mit dem Betongefüge von ganz entscheidender Bedeutung.“ ([4], 158) Praktisch alle Mechanismen, die zu Schäden im Betongefüge führen, basieren auf Transportvorgängen von Wasser und Schadstoffen im Beton (Kapitel 2.2.1). „Mit Ausnahme der mechanischen Abriebbean-

spruchung (Kapitel 2.1.2.1) ist das Vorhandensein einer ausreichenden Menge von Wasser im Porengefüge immer Voraussetzung für zum Schaden führende Mechanismen.“ ([4], 158)

Analog zur **Frostverwitterung** von Gesteinen führt die Volumenvergrößerung von Wasser in den Poren des Betons zu einer Gefügezerstörung. Man unterscheidet äußere und innere Schäden. „Äußere Schäden treten in Form von Abwitterungen und Absprengungen auf. Innere Schäden sind Gefügeschäden ohne äußerlich erkennbare Veränderungen. Während des Gefrierens von Wasser im Porensystem laufen mehrere Vorgänge ab, die das Gefrierverhalten des Betons entscheidend beeinflussen: Volumenänderung des Wassers, Gefrierpunktniedrigung des Wassers in kleinen Poren, Verdunstungsneigung des Wassers an Porenoberflächen, Diffusionsvorgänge von Wasser im Porensystem.“ ([4], 163)

Der Widerstand gegen Frost eines Betons ist abhängig von der Dichte des Betons, der Frostbeständigkeit der Zuschläge, dem Wassersättigungsgrad, der Porenart (geschlossene, offene Poren) und des Porendurchmessers. Eine kritische Wassersättigung kann die Voraussetzung für die

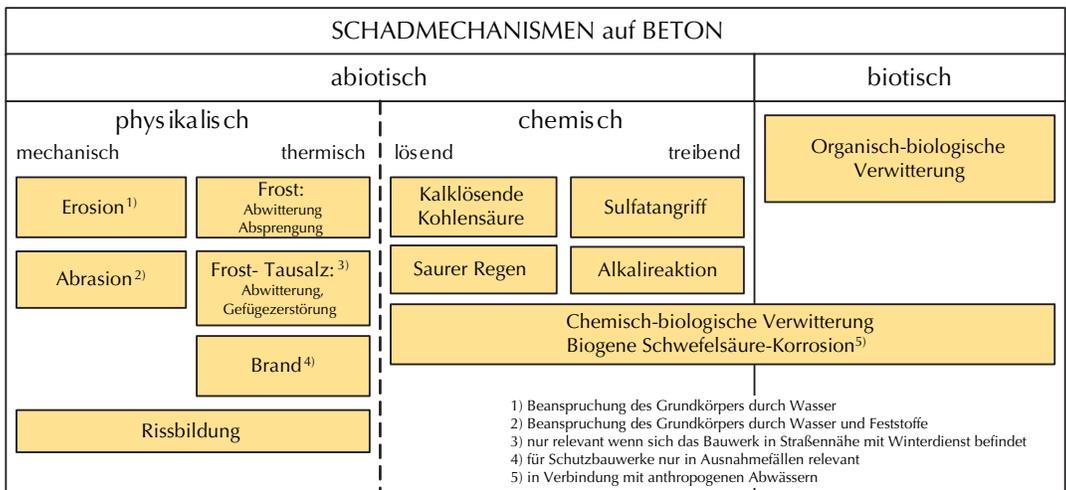


Abb. 20 Grundlegende Schadmechanismen an Bauwerken oder Bauteilen aus Beton (Stahlbeton)

Fig. 20: Basic damage processes on concrete (reinforced concrete)



Abb. 21:
Frostverwitterung an Betonsperren: (A) plattenförmige Abplatzungen (Baujahr 1929); (B) Fros-
sprengung an einer Betonierfuge im Kronenbereich (Baujahr 1996); (C) Verwitterung im Beweh-
rungsbereich aufgrund Frostverwitterung und Karbonatisierungsinduzierter Korrosion (zu geringe
Betondeckung; Baujahr 1929); (D) Verwitterung unmittelbar unter Kronsteinen

Fig. 21:
*Frost damage on concrete barriers: (A) spalling; (B) damage in construction joint; (C) damage near
reinforcement due to frost and carbonate; (D) damage beneath capstone*

thaltige Zuschläge und Zementstein. „Kalklösende Kohlensäure im Grundwasser, insbesondere in stark fließendem Grundwasser, kann für Gründungsbauteile wie Bohrpfähle oder Fundamente zu einem Problem werden, da der Beton über lange Zeiträume einem lösenden Abtrag ausgesetzt ist.“ ([4], 166) Bei „saurem Regen“ wird die Betonoberfläche durch hoch verdünnte schweflige Säure angegriffen. Da Beton aufgrund seiner Zusammensetzung über eine hohe Pufferkapazität

Neben den physikalischen Prozessen wirken **chemische Prozesse** auf den Beton ein. Es gibt eine Vielzahl von reaktiven Substanzen, die auf die Betonoberfläche einwirken und diese schädigen können. Die Substanzen können aus der Luft in Form von Gasen (z.B.: CO_2 , SO_2) oder gelöst in Tröpfchen (NaCl) und in Oberflächenwässern und Grund(Hang)wässern gelöst einwirken. Vom Mechanismus unterscheidet man bei chemischen Angriffen zwischen lösendem und treibendem Angriff.

Beim **lösenden Angriff** wird zuerst an der Betonoberfläche der Zementstein in leicht lösliche Verbindungen umgewandelt. Diese werden danach aus dem Betongefüge gelöst. Lösender Angriff tritt beispielsweise beim Einwirken von organischen und anorganischen Säuren und starken Basen (Laugen) auf. Beim Angriff durch Wasser mit freier Kohlensäure löst diese karbona-

verfügt, ist dieser Angriff in der Regel unbedeutend.

Beim **treibenden Angriff** entstehen im inneren des Betongefüges Reaktionsprodukte. Diese Produkte kristallisieren im Porenraum aus. Sind die Hohlräume gefüllt entsteht ein Kristallisationsdruck, der das umgebende Gefüge zerstört. „Zu einem treibenden Angriff auf Betonteile können sulfathaltige natürliche Wässer (Grundwasser, Abwasser, Moorwasser u. Ä.) und Böden führen, wenn die verwendeten Zemente keinen ausreichenden Sulfatwiderstand aufweisen.“ ([4], 166) Dabei kommt es durch die Ettringitbildung zu einer Volumenvergrößerung in den Poren und einem Druck auf das Gefüge. Bei Betonen, deren Gesteinskörnungen alkalireaktive Kieselsäure enthalten, können unter bestimmten Voraussetzungen Gefügeschäden infolge einer Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) auftreten. „Biogene Schwefelsäure kann in Abwas-

sersystemen entstehen. Der erforderliche Schwefelwasserstoff H_2S wird dabei entweder mit dem Abwasser direkt eingeleitet oder er entsteht erst in der öffentlichen Abwasseranlage.“ ([11], 8)

„Ein chemischer Angriff bewirkt bei Fluss- und Kraftwerksbauten – im Gegensatz zu Abwasserbauwerken - selten alleine einen bedeutenden Verschleiß. Eine durch einen chemischen Angriff verursachte Auflockerung des Betongefüges beschleunigt jedoch den abrasiven Verschleiß.“ ([10], 16)

2.2.3. Stahl

„Stahlkorrosion kann durch verschiedene Korrosionsmechanismen, z.B. durch sehr niedrige pH-Werte (Säurekorrosion), durch bakterielle Einwirkungen und durch hohe, andauernd wirkende Spannungen (Spannungsrissskorrosion) hervorgerufen werden (Abb. 22). Im Bauwesen, insbesondere im Stahlbetonbau ist jedoch vorwiegend der so genannte Sauerstoffkorrosionstyp von Bedeutung. Dabei werden mit Sauerstoff und Wasser Eisenhydroxide gebildet, an der Kathode wird Sauerstoff reduziert.“ ([4], 167) Stahl wird bei Schutzbauwerken als Baustahl für Strukturen oder Teile davon und als Bewehrungsstahl eingesetzt.

Damit der Korrosionsprozess beim **Sauerstoffkorrosionstyp** ablaufen kann, müssen laut [4] die folgenden Korrosionsvoraussetzungen gleichzeitig erfüllt sein. Ist nur eine Voraussetzung nicht erfüllt, kann keine Korrosion ablaufen. Die elektrische Leitfähigkeit des Stahls muss gegeben sein. Die anodische Eisenauflösung muss möglich sein. Es muss ein ausreichend leitfähiger Elektrolyt (elektrolytische Leitfähigkeit) in Kontakt mit dem Metall sein. Vorhandene Potenzialdifferenzen an der Stahloberfläche, z.B. infolge von Belüftungsunterschieden durch Kratzer von Geschiebe (Risse im Beton) und Sauerstoffzutritt im kathodischen Bereich, sind notwendig.

Die beschriebenen Mechanismen weisen je nach Ort und Art des Auftretens unterschiedliche Erscheinungsbilder auf [5]. Bei der **gleichmäßigen Flächenkorrosion** erfolgt der Abtrag kontinuierlich. Die **Muldenkorrosion** tritt bei ungleichmäßiger Benetzung durch den Elektrolyt, oder bei ungleichmäßigem Gefüge des Werkstoffs auf. Die **Lochkorrosion** läuft an lokalen Schwachstellen ab. Beginnende Löcher korrodieren beschleunigt, da sie kaum noch trocknen und sich der Elektrolyt in ihnen chemisch verändert. Metalle technischer Reinheit enthalten Verunreinigungen wie Schlacketeilchen (Oxide, Sulfide), die an der Oberfläche zur Lokalelementbildung beitragen. Die Korrosion beginnt an den an die Oberfläche austretenden unedlen Phasen (Lokalanode) und wandert lokal begrenzt in die Tiefe, es entsteht Lochfraß. In den Korrosionsvertiefungen verstärkt sich die Korrosion. Bei diesem Mechanismus spricht man von **selektiver Korrosion**. Die **Spaltkorrosion** tritt in engen Spalten von zusammengefügteten Bauteilen auf; hier kann der Elektrolyt nicht trocknen; durch die höhere Sauerstoffkonzentration am Rand des Spalts und die Feuchtedifferenz kommt es zu einer Korrosion. Die **Kontaktkorrosion** entsteht durch leitende Verbindungen zwischen einem edleren und einem unedleren Metall. Die **interkristalline Korrosion** tritt häufig bei „korrosionsbeständigen“ Werkstoffen (Niro-Stähle) auf. Sie ist als sehr gefährlich anzusehen, da ohne äußere Merkmale bereits der gesamte Bauteil korrodiert sein kann.

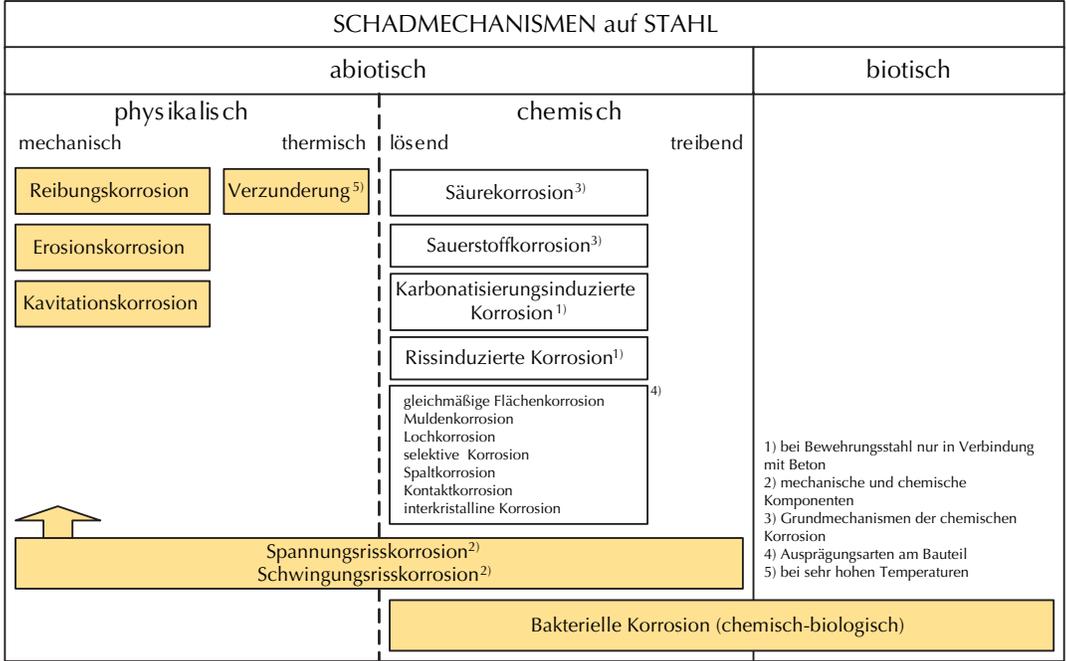


Abb. 22: Grundlegende Schadmechanismen an Bauwerken oder Bauteilen aus Stahl

Fig. 22: Basic damage processes on steel



Abb. 23: Korrosion von Baustahl (Sauerstoffkorrosion): (A) Flächen- bzw. Muldenkorrosion; (B) verstärkte Stahlkorrosion in Abrasionsbereichen

Fig. 23: Steelcorrosion

Wird Baustahl ungeschützt verbaut, können die zuvor beschriebenen Schadbilder auftreten. Im Falle von in Beton eingebettetem Bewehrungsstahl kommen noch die Mechanismen der karbonatisierungsinduzierten und der rissinduzierten Korrosion dazu.

bersten Bewehrungslage) großflächig absprengen kann.“ ([4], 170)

Risse im Beton begünstigen die zuvor beschriebenen Mechanismen. Reichen Risse von der Betonoberfläche durchgehend bis zur Bewehrung, gelangt die korrosionsinduzierende Kar-

bonatisierung rascher zum Bewehrungsstahl als im Falle rissfreier Betonoberflächen [4].

2.2.4. Holz

Da Holz im Unterschied zu den anderen Werkstoffen ein organisches Material ist, spielen neben den abiotischen Mechanismen die biotischen eine entscheidende

Rolle. Zu den maßgeblichen biotischen Schadeinflüssen zählen nach [6] die Holzverfärbenden und holzerstörenden Pilze sowie Insekten und hohe Temperaturen. Neben der Beanspruchung durch Brand können Säureangriffe unter pH 3 und Laugenangriffe über pH 10 zu einer Korrosion des Holzes führen.

Die **physikalische Verwitterung** von Holz ist vom Umgebungsklima und besonders vom Wasserangebot und der UV-Strahlung abhängig. Sie führt zu Vergrauung des Holzes (oberflächliche Zerstörung) und Rissbildung. Je nach Länge der Einwirkung wird das Wasser vom Holz entweder in die Fasern adsorbiert oder kapillar in die Zellhohlräume aufgenommen. Nach [7] wird der Feuchtigkeitsgrad im toten Holz von der Aufnahmekapazität (Wasserhaltevermögen), der Wasseraufnahme (durch Niederschläge, Adsorption aus der Luft, kapillares Eindringen,...) und dem Wasserverlust (durch Schwerkraft oder Verdunstung)

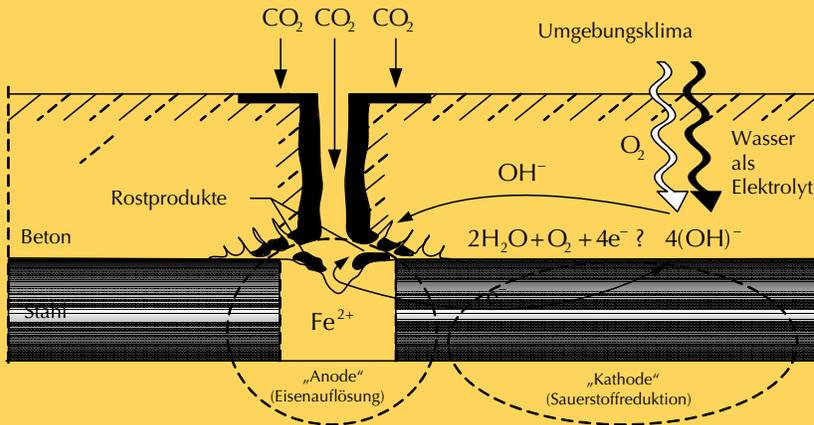


Abb. 24: Korrosion von Bewehrungsstahl: Korrosionsprozess im Rissbereich
Fig. 24: Corrosion on reinforcement steel: process of corrosion in cracked area

Bei der **karbonatisierungsinduzierten Korrosion** laufen vereinfacht folgende Mechanismen ab. In Beton eingebetteter Stahl ist im Regelfall durch den hohen pH-Wert von mehr als 12,5, der durch die Hydrolyse des Zementes entsteht, geschützt (Depassivierung). Das aus der Luft in den Zementstein eindiffundierende Kohlendioxid, kann den pH-Wert des Porenwassers auf Werte bis unter 9 verringern. Dadurch geht die Depassivierung des Stahls verloren und er liegt korrosionsbereit vor. Diese Mechanismen werden von der Betonzusammensetzung, der Nachbehandlung und den Umgebungsbedingungen (relative Luftfeuchte, Feuchtigkeitsgehalt des Betons, CO₂-Gehalt der Luft) beeinflusst. Beginnt der Stahl zu rosten, kommt noch ein Sprengdruck aus den Rostprodukten, welche ein größeres Volumen als der blanke Stahl aufweisen, dazu. „Diese Volumenvergrößerung wirkt als Sprengdruck, welcher die Betondeckung (d. h. den Beton über der äu-

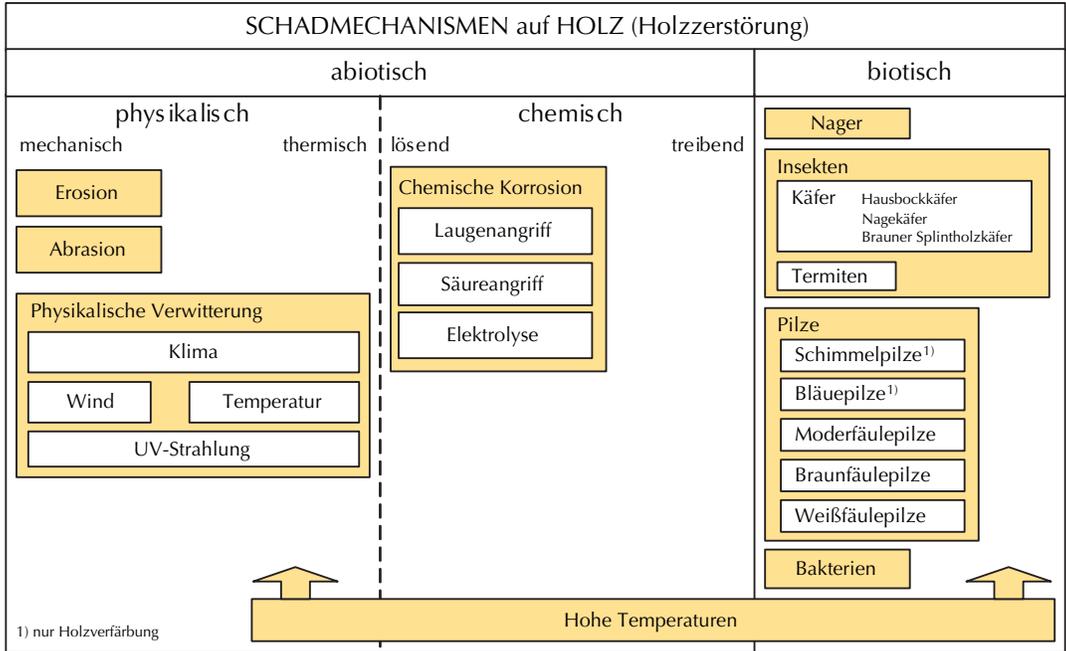


Abb. 25: Grundlegende Schadmechanismen an Bauwerken oder Bauteilen aus Holz

Fig. 25: Basic damage processes on timber

bestimmt.

Bis zu einer Holzfeuchtigkeit von 30 % wird das Wasser in den Fasern eingelagert, dadurch quillt bzw. schwindet (bei Austrocknung) der Holzquerschnitt. Da Holz ein anisotropes Werkstoffverhalten aufweist schwindet (quillt) es am stärksten in Richtung der Jahresringe (tangential), etwa halb so stark in Richtung der Markstrahlen (radial) und nur wenig in Faserrichtung (longitudinal) [9]. Risse entstehen, wenn durch schnelles Schwinden die Querzugspannungen im Holz zu groß werden. Solche Risse zerstören die geschlossene Oberfläche und mindern bei tangentialer Lage die Schubsteifigkeit des Querschnittes [8]. Dieses Problem stellt sich vor allem bei großen gedregenen Vollholzquerschnitten.

Liegt die Holzfeuchtigkeit über dem Fasersättigungspunkt (i. A. ab 28–30 %), wird das Wasser kapillar gespeichert. Es verursacht kein

Quellen und Schwinden mehr, begünstigt jedoch den Befall durch biologische Schädlinge. So entstehen Pilze erst, wenn zumindest stellenweise kapillar eingelagertes Wasser vorhanden ist [8].

Diese Quell- und Schwindrisse begünstigen ein Eindringen von anderen Schädigungsmechanismen und stellen eine zusätzliche Möglichkeit für die Aufnahme von Wasser dar. Bei ausreichender Hitze haben solche Risse die Tendenz, bei jedem Zyklus von trockenen und nassen Perioden tiefer und breiter zu werden. Durch die UV-Strahlung wird Lignin in einer photochemischen Reaktion abgebaut und das Holz braun gefärbt. Die Oberfläche wird dann durch Regen ausgewaschen und es kommt zur Graufärbung. Entscheidend für den Grad der Verwitterung ist die Exposition eines Bauteils.

Bei der **biogenen Holzerstörung** kommt den Pilzen eine besondere Bedeutung zu. Nach

[6] werden zwei Drittel der Holzschäden durch Pilze verursacht. Im Regelfall schädigen alle Pilze das Holz, indem sie die Zellulose und Hemizellulose abbauen. Eine Ausnahme stellen die Weißfäulepilze dar, welche das Lignin abbauen [7]. Nach [6] bewirkt der Abbau des Lignins durch Pilze eine Aufhellung des Holzes (Weißfäule). Wird jedoch die Zellulose der Holzzellen abgebaut, kommt es zu einer Braunverfärbung des Holzes (Braunfäule).

Da **Pilze** Lebewesen sind, benötigen sie optimale Lebensbedingungen. Diese Lebensbedingungen sind von der Holzfeuchte, dem Sauerstoffangebot, der Lichtintensität, der Temperatur und dem pH-Wert abhängig. Man unterscheidet zwischen den Schimmelpilzen, den Bläuepilzen, den Moderfäulepilzen (Abb. 26), den Braunfäulepilzen und den Weißfäulepilzen. Jede Pilzart besitzt unterschiedliche Optimas. Nach [7] ist die Holzfeuchte die wichtigste Einflussgröße für den Holzabbau durch Pilze und somit auch für den Holzschutz. Das Wasser dient zur Aufnahme von Nährstoffen, zur Ausscheidung der Enzyme, für

den Nährstofftransport innerhalb des Mycels sowie als Lösemittel für Stoffwechselfvorgänge [6]. Das Minimum der Holzfeuchte, für die meisten Holzpilzvertreter, liegt bei etwa 30% (prozentuelle Holzfeuchte). Für einen Pilzbefall und einen Holzabbau ist ein minimales Luftvolumen von 10 bis 20% (Sauerstoff) im Holz notwendig. Pilze leben in einem Temperaturbereich von etwa +3 °C bis +38 °C [6]. Das pH-Wert-Optimum ist für die verschiedenen Gattungen und Arten der Holzfäulepilze unterschiedlich, es liegt zwischen pH 2 und 12.

Holzschädigende **Insekten** legen ihre Eier in die Risse und Poren des Holzes, wo sie sich bereits ab einer Feuchtigkeit von 8 % entwickeln. Die Larven ernähren sich vom Eiweiß, den Kohlenhydraten und der Stärke des Holzes. Meist handelt es sich um ortstreue Insekten, die sich so lange im Holz aufhalten, bis es vollständig zerstört ist. Als Vertreter von Trockenholz-Insekten können der Splintholz-Käfer, die Nagekäfer und der Hausbock genannt werden [6].



Abb. 26: Moderfäule aufgrund ständiger Durchfeuchtung (Baujahr 1975)

Fig. 26: mouldiness caused by high moisture

2.2.5. Stein

Die unterschiedlichen Schadbilder an Steinsperren (Trockenmauern, Zementmörtelmauerwerk, Stein/Beton-Mauerwerk) lassen sich auf einige grundlegende Verwitterungsmechanismen reduzieren (Abb. 27). Dabei gibt es drei grundlegende Verwitterungsformen, die physikalische, die chemische und die organisch-biologische. Diese sind maßgebend durch das Umgebungsklima beeinflusst.

Bei der **physikalischen Verwitterung** unterscheidet man in unseren Breitengraden die Temperatur- und die Frostverwitterung.

Bei der **Temperaturverwitterung** kommt es durch unterschiedliche Temperatúrausdehnungskoeffizienten in Längs- und Querrichtung der Mineralien im Gestein zu Volumenschwankungen, die durch Druck- und Zugspannungen

zwischen den Körnern und den Spaltflächen der Minerale zu einer Auflockerung und schließlich zur Zerstörung des Gesteins führen.

Die **Frostverwitterung** (Abb. 28) basiert auf der Gesetzmäßigkeit, dass sich das Volumen von Wasser beim Übergang von flüssig auf fest um 9 % vergrößert. Dies führt zu Druckspannungen, die das Gestein zerkleinern. Diese Verwitterungsform findet man daher nur in durchfeuchtetem Gestein (umso stärker, je größer das Porenvolumen ist und je vollständiger die Poren mit Wasser gefüllt sind). Bevorzugt tritt sie in Schichtfugen (Gesteinsfugen in sedimentärem Gestein), Schieferung (durch Druck und Temperatur in metamorphem Gestein), Klüften und Spalten (durch tektonische Spannungen und Abkühlen magmatischen Gesteins) auf.

Die **Organisch-biologische** Verwitterung

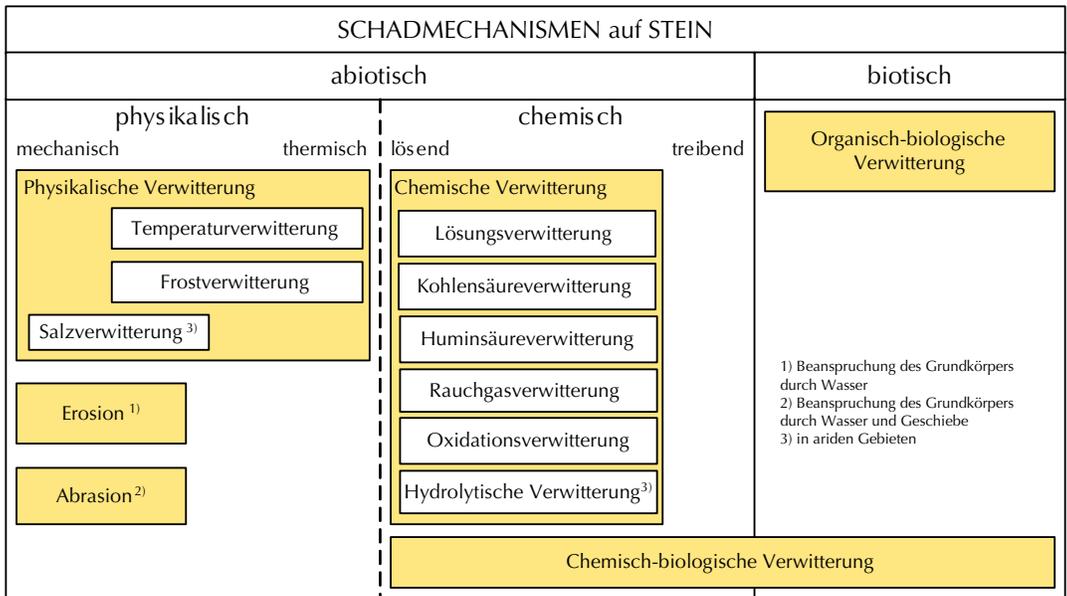


Abb. 27: Grundlegende Schadmechanismen an Bauwerken aus Stein

Fig. 27: Basic damage processes on stone

basiert einerseits auf dem Wurzeldruck von Pflanzen und andererseits auf der Lebenstätigkeit von Organismen (Regenwürmer, Mikroorganismen). Pflanzenwurzeln können durch ihren Turgordruck Spannungen bis zu 1 N/mm^2 ausüben. Voraussetzung für eine Besiedelung von Gehölzen und Stauden ist ein klüftiger oder gerissener Sperrkörper (Trockenmauer, Gabionen, gerissenes ZMWK).

Die **chemische Verwitterung** beschreibt die Umsetzung zwischen Gestein und den Lösungen im Klüftgefüge und im Porenraum (Angriff durch Wasser selbst, wie auch von den darin gelösten Stoffen). Abhängig ist die chem. Verwitterung von Faktoren wie dem Klima, dem Ausgangsgestein, der Exposition, der Pflanzendecke und der Zeit.

Bei der **Lösungsverwitterung** löst sich das Gestein in einem Medium auf und wird abtransportiert, dadurch kommt es zu einer Volumenverringerung, zur Erhöhung des Porenvolumen, zu Klüften und zu dadurch bedingten Instabilitäten (Setzungen, Einbrüche, Durchbrüche). Von Bedeutung ist sie hauptsächlich für salz- und gips-

haltige Gesteine. Im Regen- und Sickerwasser gelöstes Kohlendioxid führt zur **Kohlensäureverwitterung**. Dabei greift die gebildete Kohlensäure das Gestein an. Bedeutung besteht für kalkhaltige Gesteine wie Dolomit und Kalke. Die **Rauchgasverwitterung** wird durch beträchtliche Mengen von CO_2 und SO_2 aus Industrieabgasen verursacht und ist im Prinzip eine künstlich gesteigerte Form der Säureverwitterung. Durch den Regen dringen diese Säuren ein und bilden Salze, die den Stein weiter zermürben und zum Zerfall bringen. Über den in Wasser gebundenen Luftsauerstoff geht bei der **Oxidationsverwitterung** das in vielen Mineralien enthaltene 2-wertige Ferroeisen in ein 3-wertiges Eisen über. Dies führt zur Bildung von Limonit (Brauneisenstein). Weiters gibt es noch die chemisch-biologische Verwitterung, welche durch Boden- und Gesteinsorganismen wie Bakterien, Pilze, Flechten und Moose entsteht.

In der Natur laufen diese Mechanismen nicht getrennt voneinander ab, sondern beeinflussen (begünstigen) einander. Auf mechanischem Weg werden Sperrkörper oder Einzelsteine durch Risse und Spalten in kleinere zerteilt. Dies



Abb. 28: Frostverwitterung an einer Sperrkronen

Fig. 28: damage due to frost on barrier capstone

kann über die Mechanismen der physikalischen Verwitterung geschehen oder aus externen Zwängen resultieren, wie beispielsweise aus Setzungen im Untergrund oder dem Verlust von geotechnischen Widerständen und dadurch bedingten Bauwerksbewegungen. Durch diese Umstände wird die Gesteinsoberfläche vergrößert und ein chemischer Angriff erleichtert – chemische Verwitterung. Durch Besiedelung der Sperre oder von Einzelsteinen können auch zusätzlich Organismen (höhere/niedere Pflanzen, Bakterien) an der Zerlegung beteiligt sein – organisch-biologische Verwitterung. Da diese Prozesse gefügestörend oder -auflockernd wirken, begünstigen sie die Abrasion oder Erosion der überströmten Sperrenteile.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Der Zustand von Schutzbauwerken und dessen Veränderung über die Lebensdauer des Bauwerkes sind von den vorhandenen Randbedingungen abhängig. Die Randbedingungen kann man in externe und interne Randbedingungen einteilen. Diesen Randbedingungen lassen sich Mechanismen zuordnen. Diese Mechanismen unterteilen sich in prozessspezifische Mechanismen

und materialspezifische Mechanismen. Die prozessspezifischen Mechanismen liegen den externen Randbedingungen, die materialspezifischen den internen Randbedingungen zu Grunde.

Die dadurch bedingten Veränderungen im Tragwerk und dessen Vorfeldern müssen nicht automatisch zu einem Schaden führen. So können beispielsweise Verklausungen an Auslaufbauwerken von Ablagerungsbecken durchaus erwünscht sein. Das abgelagerte Holz verhindert allerdings einen selbstständigen Abtransport des abgelagerten Geschiebes und bedingt eine Intervention des Erhalters (Räumung). Die Auswirkungen auf das Tragwerk können in unbedeutende Beeinträchtigungen und Schäden eingeteilt werden. Ein Schaden liegt bei einer Verringerung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerkes vor. Ob eine Veränderung zu einer Beeinträchtigung oder einem Schaden führt, ist von der Art des Bauwerkes und der Lage, der Art und Größe der Veränderung abhängig. In Abb. 29 sind die stark beanspruchten Bereiche an einer Konsolidierungssperre und die dort vorherrschenden einwirkenden Mechanismen dargestellt.

Durch eine regelmäßige Kontrolle solcher sensibler Bereiche lassen sich potenzielle Schäden

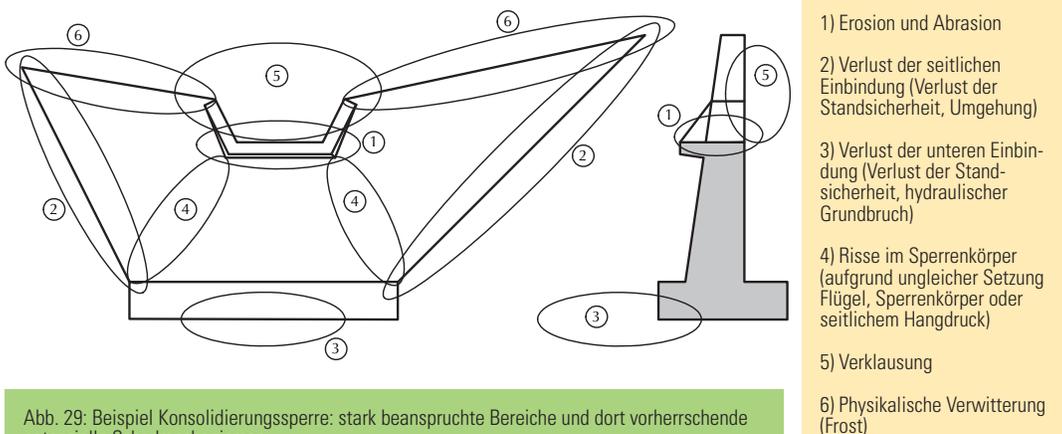


Abb. 29: Beispiel Konsolidierungssperre: stark beanspruchte Bereiche und dort vorherrschende potenzielle Schadensmechanismen

Fig. 29: Example checkdam: exposed parts and potential damage mechanism

schon im Frühstadium erkennen und im Bedarfsfall durch entsprechende Maßnahmen verhindern. Um diese beginnenden Schäden zu erkennen, ist bei den Begutachtern ein Verständnis über die zu Grunde liegenden Mechanismen und deren typischen Ausprägungen im Gerinnesystem oder am Bauwerk selbst notwendig.

4. Literatur

- [1] Hübl, J. (2006):
Vorläufige Erkenntnisse aus 1:1 Murenversuchen: Prozessverständnis und Belastungsannahmen; In: FFIG, G. Reiser, Hrsg., Geotechnik und Naturgefahren: Balanceakt zwischen Kostendruck & Notwendigkeit, Institut für Geotechnik, BOKU Wien, Geotechnik & Naturgefahren, 19.10.2006, Wien.
- [2] ÖNORM EN 1990 – Eurocode 0 – Grundlagen der Tragwerksbemessung, Ausgabe 2003-03-01, Österreichisches Normungsinstitut
- [3] Dröge, G. (2003):
Schäden an Holztragwerken. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- [4] Schiessl, P.; Gehlen, C.; Sodeikat, C. (2004):
Dauerhafter Konstruktionsbeton für Verkehrsbauwerke. In: Bergmeister K.; Wörner J.-D. (Hrsg.): Betonkalender 2004. Berlin: Ernst und Sohn, 155-220
- [5] Gobrecht, J. (2001):
Werkstofftechnik Metalle. München, Wien: Oldenburg Verlag
- [6] Kempe, K. (2001):
Dokumentation Holzschädlinge - Holzzerstörende Pilze und Insekten an Bauholz, 2. Auflage. Berlin: Verlag Bauwesen
- [7] Böll, A.; Gerber, W.; Graf, F.; Rickli, Ch. (1999):
Holzkonstruktionen im Wildbach-, Hang- und Runsenverbau. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
- [8] Lange, A. (1999):
Holzschutz bei Brücken. DA an der Technischen Universität Graz
- [9] Eder, A. (1997):
Baulicher Holzschutz – Informationsheft für Baufachleute. Wien: PRO-HOLZ
- [10] Jacobs, F. (2003):
Betonabration im Wasserbau. Beton 1/2003. Düsseldorf: Verlag Bau und Technik. 16-23; Quelle: www.verlagbt.de/fwbau/pdf/2-2003-01-02.pdf.
Letzter Zugriff: 22.08.2006
- [11] Thienel, Ch. (2006):
Bauschäden Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Skript Institut für Werkstoffe des Bauwesens, Universität München. www.unibw.de/bauw3/lehre/skripten/bauschaden-beton2006.pdf. Letzter Zugriff 22.8.2006
- [12] Jacobs, F.; Winkler, K.; Hunkeler, F.; Volkhart, P. (2001):
Betonabration im Wasserbau – Grundlagen, Feldversuche, Empfehlungen. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Zürich: Eigenverlag
- [13] Helbig, U.; Horlacher, H.; Schnutterer, C.; Engler, T. (2005):
Möglichkeiten zur Erhöhung der Festigkeit abrasionsbeanspruchter Betonoberflächen bei wasserbaulichen Anlagen. Die Bautechnik 82-12, 869-877
- [14] Pregl, O. (1999):
Handbuch der Geotechnik – Erd- und Grundbau 1 – Auszug für die Lehrveranstaltung. Wien: Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur

Autoren:

DDI Jürgen Suda
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik + Naturgefahren
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
1190 Wien, Peter Jordan Straße 82

Univ. Prof. DI Dr. Johannes Hübl
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik + Naturgefahren
Institut für Alpine Naturgefahren
1190 Wien, Peter Jordan Straße 82

SAUERMOSER S., GRANIG M.

Risikofaktoren und Schadensursachen für permanente Lawinenschutzbauwerke

Risk factors and causes for damages in permanent Avalanche protection constructions

Zusammenfassung:

Die Lawinenereignisse von 1951 und 1954 waren der Startpunkt für den permanenten technischen Lawinenschutz in Österreich und in der Schweiz. Vor 1951 wurden zwar vereinzelt Bauwerke wie Ebenhöhen, Ablenk- oder Auffangdämme errichtet, die wesentliche Innovation in diesem Bereich begann aber nach den vielen Schadlawinen der erwähnten Jahre, bei denen in Österreich 278 und in der Schweiz 117 Opfer zu beklagen waren. Die Eidgenössischen Richtlinien für den Stützverbau im Anbruchgebiet wurden im Jahre 1961 erstmals erlassen und liegen derzeit in der vierten Fassung vor. Zunehmend stellt sich die Frage der Lebens- und Wirkungsdauer vor allem jener Lawinenschutzmaßnahmen, welche ab den sechziger Jahren in großem Umfang meist in der Form von Verbauungen mit Stahlschneebrücken errichtet wurden. Alleine im Bundesland Tirol sind es ca. 300 km an Stahlstützwerken, wobei ein Teil davon bereits älter als 35 Jahre ist. Im Beitrag wird auf die wesentlichsten Schadensursachen eingegangen und ein Konzept für die künftige Qualitätssicherung zur Diskussion gestellt

Summary:

The avalanche events in the years 1951 and 1954 are considered as the starting point in developing avalanche supporting structures to protect against avalanches. Before this only small constructions on houses or small deflecting or catching dams were erected by the communities or the house owners. The avalanches in 1951 and 1954 caused 278 victims in Austria and 117 in Switzerland. The Swiss guidelines for avalanche protection in the starting areas were enacted first in the year 1961 and reworked thrice until now. About 300 km of steel snow bridges were erected in the last 50 years in Tyrol and the question of physical preservation and maintenance becomes more and more important. In the paper some of the most important reasons for damages are described and a proposal for future monitoring is discussed.

Einleitung

Lawinenschutzbauten sind so alt wie die Besiedlung des Alpenraumes. Meistens beschränkten sie sich im 17. und 18 Jahrhundert auf den Schutz von Einzelgehöften. Der bekannte Reiseschriftsteller Heinrich Noe berichtet im Jahr 1876 über die in der Ortschaft Ginzling in der Gemeinde Finkenberg nachweisbaren Steinbauten als Schutz vor den gefürchteten Windlahnen (Jäger 2005). In seinen geschichtlichen und kulturellen Studien über das Lechtal schreibt im Jahre 1883 der Heimatkundler Anton Spiehler (zit. von Jäger 2005), dass die Mühle von Elbigenalp notorisch in einem Lawinenstrich steht und bei größeren Lawinenabgängen vom angrenzenden Wald nicht geschützt werden kann. Dafür hat sich jedoch der Müller von Elbigenalp in den dicht anstoßenden Berg einen kleinen Felsenkeller gebaut, in welchen er sich bei drohender Lawinengefahr mit

den Seinigen zurückzieht. Technischer Lawinenschutz in großem Umfang begann erst nach den Lawinenereignissen von 1951 und 1954, bei denen in Österreich 278 und in der Schweiz 117 Opfer zu beklagen waren. Damals war klar, dass die Weiterbesiedlung der Alpentäler im Wesentlichen vom Lawinenschutz abhängt und sowohl in der Schweiz als auch in Österreich wurde mit der Entwicklung von Stützverbauungen im Anbruchgebiet begonnen. Der primäre Grundgedanke war dabei, das Anbrechen von Lawinen durch das Abstützen der Schneedecke zu verhindern und dadurch nur mit statischen Kräften arbeiten zu müssen.

Seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden in Österreich mehrere 100 km Stützverbauungen in Lawinenanbruchgebieten errichtet. Alleine in Tirol sind es an die 300 km, in der Schweiz liegen die Schätzungen bei ca. 500 km (Margreth, mündl. Mitt.)



Abb. 1: Großtallawine, Gde Galtür, Vollverfüllung der Werke im Feb. 1999

Fig 1: Grosstal- avalanche path; full filled steel constructions in Feb 1999

Problemstellung

Ein Teil der Stützverbauungen in den Anbruchgebieten haben ein Lebensalter von mehr als 30 Jahren erreicht und es stellt sich zunehmend die Frage nach der noch verbleibenden Wirkungsdauer und eines allenfalls damit verbundenen Erneuerungszyklus. Erschwerend kommt dazu, dass die Dimensionierungskriterien in der ersten Fassung der Eidgen. Richtlinien noch wesentlich niedriger waren und deshalb ein Teil dieser Werke bei Weitem unterdimensioniert ist. Die Seltenheit des Eintretens eines Bemessungsereignisses (überhaupt in den letzten 50 Jahren?) und damit eines 1:1-Tests trägt zur Erhöhung der Unsicherheit bei der Qualitätsbeurteilung bei. Die IST-Zustandserhebung von Stahlschneebrücken in Tirol im Jahre 1997 von KLAUS ergab allerdings sowohl am Oberbau als auch an den Fundamenten ein Schadensprozent von weniger als 1%, was auf den ersten Blick beruhigend ist. Trotzdem ist ein künftiges Qualitätsmonitoring auszuarbeiten, welches die Qualität der Stützverbauungen insbesondere nach schweren Wintern beschreibt und auch kleine Schäden bereits frühzeitig erkennen und sanieren lässt. Zu bedenken ist dabei, dass alleine in Tirol jährlich ca. 8 km Stützverbauungen dazukommen und für künftige Begehungen und Überwachungen entsprechende zeitliche Ressourcen einzuplanen sind.

Schadensursachen

Eine systematische Schadenserhebung wurde für die Stützverbauungen in Tirol von KLAUS im Jahre 1997 durchgeführt. Von den zu diesem Zeitpunkt 174 km errichteten Stützverbauungen wurden 58% einer Untersuchung unterzogen, 46 km wurden dabei vom Autor der Studie begangen. 25 196 Anker wurden dabei einer visuellen Kontrolle unterzogen, ebenso die dazugehörigen Trä-

gen, Stützen, Bodenplatten und Bedielungen.

Folgende Schadensverteilung wurde dabei festgestellt:

Schadensort	Anzahl Stk	% der Schäden	% an der Gesamtanzahl
Trägerfundierung	257	42,8	0,98
Stützenfundierung	117	19,5	0,40
Oberbau	227	37,8	0,58

Folgende Schadtypen traten dabei auf:

Ankerriss	8,7%
Ankerbruch	1,1 %
Ankerlockerung	9,8%
Ankerauszug	1,0%
Verformung	31,9%
Korrosion	0%
Riss	1,0%
Ausführungsfehler	22,9%
Betonschäden	8,3%
Druckplatte	15,4%

In der Folge eine Beschreibung der häufigsten Schadensursachen basierend auf eignen Erfahrungen und im Vergleich zur Erhebung von KLAUS:

Lawinenwirkungen

Dynamische Einwirkungen von Lawinen, welche oberhalb oder seitlich der Stützverbauung anbrechen, verursachen beträchtliche Schäden an den obersten Werksreihen bzw. an randlichen Werksreihen, wenn diese nicht ausreichend durch Trennbauwerke abgesichert sind. Bei vielen Verbauungen besonders bei hohen Gleitfaktoren war man ursprünglich zu weit vom Gratbereich weg und es mussten in einzelnen Fällen zusätzliche Werke nachträglich eingebracht werden. Dynamische Lawinenbeanspruchung führt in der Regel zur Zerstörung der Werke.

Schneemechanik

Statische schneemechanische Belastung führt zur Verbiegung der obersten Balkenreihen



Abb. 2: Seitliche Lawinenwirkung führt häufig zu Schäden an Randwerken

Fig 2: Lateral avalanche pressure leads to damages on edge constructions

oder zum Knicken der Träger bzw. zum Versagen des Untergrundes im Bereich der Stütze oder zu einem bergseitigen Ankerschaden. Die Wahl einer zu geringen Werkshöhe oder Einwehung mit Wächtenbildung kann dafür die Ursache sein. Entsprechende Wichtigkeit kommt deshalb der Wahl der richtigen Werkshöhe zu. Bei zu geringer Höhe kommt es häufig zu Überschneidungen und dadurch zu einer statischen Überbeanspruchung. Der hohe Anteil des Schadentyps Verformung mit 31,9 % zeigt, dass dieser Schadenstyp einer der häufigsten ist. Langfristig ist der Ersatz der zu niedrig gewählten Werkstypen durch jene mit größeren Werkshöhen die wirtschaftlichste Lösung.

Steinschlag

Einer der Nachteile des starren Stützverbaues gegenüber elastischen Schneenetzen ist die geringe Steinschlagresistenz. Steine verursachen häufig Schäden an einzelnen Balken oder auch Stützen und Trägern, insbesondere an den ober-

ten Werksreihen. Dort wo eine hohe Steinschlagaktivität zu erwarten ist, sind elastische Bautypen zu verwenden oder die Stützwerke mit Holz oder Reifen abzudecken.

Schlechte Fundierungen:

Die Möglichkeiten der Fundierung waren in der Vergangenheit beschränkt. Um von den teuren richtliniengemäßen Betonfundamenten wegzukommen, wurde in Tirol über Jahre der sog. Parallelstabanker eingesetzt. Bewusst nahm man dabei das Risiko einer Unterdimensionierung als Abwägung gegenüber wesentlich geringeren Kosten in Kauf. Aufgrund der damals zur Verfügung



Abb. 3: Schäden an den obersten Balken durch Schneedruck

Fig 3: Damages on the uppermost beams caused by snow pressure

stehenden Handbohrgeräte waren nur Ankerlängen bis zu zwei Metern möglich. Durch die Schaffung eines aufgesprengten Hohlraumes an der Spitze der beiden Ankerstäbe sollten diese zu einer Einheit verbunden werden. Eine Qualitätskontrolle war dabei allerdings nicht möglich und in einigen Verbauungen traten erhebliche Schäden an den Ankern auf. Immerhin entfallen 42,8 % der erhobenen Schäden auf die Trägerfundierung und 19,5 % der Schäden auf die Stützenfundierung. Besonders bei großen Werken und hohen Gleit-

faktoren sind die Schäden am Parallelstabanker signifikant höher als bei anderen Ankersystemen.

Jener Teil der Stützkonstruktion, der am meisten anfällig ist für einen „schlampigen“ Einbau ist die Bodenplatte. Bei richtliniengemäÙem Einbau sollten noch mindestens 30 bis 50 cm



Abb. 4: Schäden in der Lawinenverbauung Heuberg in Häselgehr nach dem Winter 1998/99;

Fig 4: Damages in the avalanche building site Heuberg in Häselgehr after the winter 1998/99;

gewachsener Boden von der Luftseite der Bodenplatte vorhanden sein, was in der Praxis aber häufig nicht der Fall ist. Bei schlampigem Einbau wird die Stützplatte zunehmend über den Rand der Aufstandsfläche geschoben, was bei hoher Belastung zu einem Totalversagen der gesamten Konstruktion führt.

Zu geringe Dimensionierung

Die Dimensionierung der Stützwerke war in den ersten Ausführungen wesentlich geringer als heute. Am Heuberg in Häselgehr wurden Balken mit 3 mm Durchmesser verwendet (HANAUSEK 1960), heute verwendet man Profilbleche mit einem Durchmesser von 6 – 10 mm. Als Träger wurden bei der Werkstypen für 3 m Schneemächtigkeit die Profile INP 16 verwen-

det, heute verwendet man für eine vergleichbare Werktype einen IPE 220. Die Werke haben trotzdem erstaunlicherweise sehr lange gehalten und sind auch jetzt noch in einem teilweise guten Zustand, obwohl am Heuberg in Häselgehr sehr hohe Gleitfaktoren vorliegen und die Werke fast jährlich voll eingeschneit werden. Allerdings zeigten sich vor allem in Häselgehr nach dem Winter 1999 starke Auflösungsstendenzen und ein Sanierungsprojekt wurde bereits in die Wege geleitet. Dabei werden die Werksreihen auch nach unten ergänzt, da die verbleibenden Anbruchgebiete unterhalb bestehender Verbauungen häufig



Abb. 5: Schäden an Stützenfundamenten durch überhöhte Bodenpressung

Fig 5: Damages on foundations of supports, caused by too high soil pressure

groß genug für Katastrophenlawinen sind. Eine Rücknahme von Gefahrenzonen nach der Durchführung einer Verbauung kann daher aufgrund des noch verbleibenden Restanbruchgebietes nicht vertreten werden. Die Verbauungen der wirklich nur allernötigsten obersten Hangbereiche ist auch mit den enormen Transportschwierigkeiten der damaligen Zeit zu begründen.

Korrosion

Die Untersuchungen von KLAUS bestätigen die praktischen Beobachtungen. Korrosion ist derzeit noch keine große Schadensursache, zumindest bestätigt dies die visuelle Kontrolle. Untersuchungen an Balken, welche über Jahrzehnte auf einer SH von 2000 m standen, ergaben, dass die Korrosionsrate unterhalb der Waltholeranz der Balkenprofile lag. Auch wenn man den Wert auf die Lebensdauer von ca. 100 Jahren extrapoliert, ist bezüglich der Oberkonstruktion nicht von einem Versagen durch zu starke Korrosion auszugehen. Inwieweit unterirdische Ankerteile einer schnelleren Korrosion unterliegen, kann nicht beurteilt werden und diesbezüglich wurden auch noch keine Untersuchungen durchgeführt.

Schadenserhebung

Wie soll ein künftiges systematisches Qualitätsmonitoring im Bereich des permanenten Stützverbaues aussehen?

Bereits jetzt ist gemäß Eidgen. Richtlinien vorgesehen, dass eine jährliche Begehung der Stützverbauung insbesondere nach schweren und schneereichen Wintern stattfinden muss. Diese Begehungen werden zwar meistens durchgeführt, die Ergebnisse aber keiner systematischen Auswertung, aus der sich ein künftiges Sanierungsprogramm ableiten lässt, zugeführt. Auf Häufigkeiten von bestimmten Schadenstypen aufgrund von besonderen Wetterlagen kann deshalb nicht geschlossen werden.

Obwohl es interessant erscheint, ein mehr als dreißig Jahre altes Fundament auszugraben und auf seine Qualität zu beurteilen, ist eine systematische Freilegung von Fundamenten in alten Verbauungen nicht notwendig. Bei konsequenter visueller Beobachtung ist das Erkennen eines Schadens an einem Werk möglich und es gilt die Fortpflanzung des Schadens innerhalb

der Verbauung zu verhindern. Es ist dabei davon auszugehen, dass ein kleinflächiger Schaden an einem oder zwei Werken innerhalb des gesamten Baufeldes noch kein Problem darstellt und deshalb nicht mit einem Gesamtversagen der Verbauung zu rechnen ist. Im Entwurf der neuen Eidgen. Richtlinien für den Stützverbau sind drei Zustandsklassen definiert, welche sich durch die Konsequenz für die Tragsicherheit der Gesamtstabilität des einzelnen Werkes und in der Folge durch einen definierten Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden unterscheiden.

Die Einordnung aller errichteten Stützwerke in drei Zustandsklassen und die konsequente Fortschreibung von Veränderungen würde den künftigen Betreuungs- und Sanierungsaufwand abschätzen helfen und die dazu erforderlichen Ressourcen müssen dafür zur Verfügung gestellt werden. Dies ist insofern von Bedeutung, als bei einem Zuwachs von ca. 8 km Stützverbauung jährlich alleine in Tirol der derzeitige Umfang von Stützverbauungen ca. 300 km beträgt und der Umfang bereits in 10 – 15 Jahren ca. 400 km betragen wird. Der Gesamtumfang nimmt kontinuierlich zu, das Alter der Stützverbauungen aber ebenfalls. Der Zeitpunkt einer systematischen Erhebung und Verortung von Schäden und die Aufnahme derselben in ein Sanierungsprogramm muss deshalb zeitgerecht beginnen.

Zustandsklasse	Bewertung betreffend Reparaturdringlichkeit und Handlungsbedarf	Konsequenz für die Tragsicherheit (Erreichen des Tragwiderstandes resp. Verlust der Gesamtstabilität des Stützwerkes)	Zeithorizont für das Auftreten von Folgeschäden	Konsequenz für die Funktionstüchtigkeit des Stützwerkes (Gebrauchstauglichkeit)	Beispiele
1 „gut“	Kleine Dringlichkeit: beobachten	Klein	> 5 Jahre	Keine Beeinträchtigung	<ul style="list-style-type: none"> •Verbogene Rostbalken •Erosion um Fundamentsockel < 10-20 cm •Materialansammlung auf Rost mit Mächtigkeit < 50 cm •gleichmäßige Flächenkorrosion (Rosten)
2 „schadhaft“	Mittlere Dringlichkeit: Instandsetzung in 1-3 Jahren	Mittel	2-5 Jahre	Noch keine Beeinträchtigung	<ul style="list-style-type: none"> •Leicht gekrümmte Stützen •Verschobene Drahtseilklemmen •Eingedrückte Mikropfahlankerung •Freigelegte Verankerungen •> 20-40 cm (noch intakt)
3 „schlecht“	Hohe Dringlichkeit: sofortige Instandsetzung resp. Erneuerung vor dem nächsten Winter	Groß, Einsturzgefahr	1 Jahr	Sehr groß, keine oder stark eingeschränkte abstützende Wirkung	<ul style="list-style-type: none"> •Ausgeknickte Stütze •Stark deformierte bis gebrochene Träger •Gebrochene oder herausgezogene Anker •Ausgeknickte Mikropfähle •Gerissene Seile

Tab 1: Zustandsklassen nach Eidgen. Richtlinien für den Stützverbau, Fassung 2006

Schlussfolgerung

In Österreich wurden in den letzten Jahrzehnten mehrere hundert Kilometer Stützverbauungen in Anbruchgebieten durchgeführt. Der Aufbau eines Qualitätsmonitorings zur langfristigen Sicherstellung eines guten Zustandes der Stützverbauungen ist notwendig. Nach einer derzeit verfügbaren Erhebung belaufen sich Schäden an Stützwerken im niedrigen Prozentbereich und sind damit derzeit sicher kein großes Problem.

Die vorausschauende Wartung einer immer größer und älter werdenden Anzahl von Werken ist aber systematisch durchzuführen und ein entsprechendes System ist dafür auszuarbeiten. Der in den neuen Eidgen. Richtlinien gewählte Ansatz einer Einteilung in drei verschiedene Zustandsklassen wäre auch in Österreich ein überlegenswerter Ansatz.

Literatur/ References

KLAUS W. (1997):
IST-Zusatndserhebung von Stahlschneebrücken in Tirol; Diplomarbeit Universität für Bodenkultur., Institut für Wildbach- und Lawinenschutz.

HANAUSEK E. (1960):
Fünf Jahre Lawinenverbauung mit Ganzstahlkonstruktionen am Heuberg bei Häselgehr; Bünd-nerwald, Nr. 5 Jahrgang 13, März 1960;

MARGRETH ST. (2006):
Eidgen. Richtlinien für den Stützverbau im Anbruchgebiet, Entwurf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL,

JÄGER G.(2005):
Lawinenschutz bei Bergbauernhöfen; Der Alm- & Bergbauer, Dez. 2005,

Adresse der Verfasser

Author's adress:

Dipl.-Ing. Siegfried Sauermoser
Wildbach- u. Lawinenverbauung,
Sektion Tirol
Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck
siegfried.sauermoser@die-wildbach.at

Dipl. Ing. Matthias Granig
Wildbach- und Lawinenverbauung
Stabstelle für Schnee und Lawinen
Swarovskistraße 22
5242 SCHWAZ
matthias.granig@die-wildbach.at

Samen Schwarzenberger

Spezialmischung für Schipisten und Böschungen mit inländischen alpinen ÖKO-Typen.



A-6176 Völs, Bahnhofstrasse 32, Tel. 0512 / 30 33 33, Fax: 30 33 34
Homepage: www.samens-schwarzenberger.com E-Mail: erich@samens-schwarzenberger.com

Hochenergie Steinschlag-Barriere RXI-500: Wenn es für Betongalerien kritisch wird.

Geobrugg RXI-500 Steinschlagschutz-Barrieren Systeme:

- schützen vor Einschlagtreffern bis 5'000 kJ
- sind richtlinienkonform mit 25 m/s (16 Tonnen aus 32 m) erfolgreich getestet
- lenken bei einem 5'000 kJ Ereignis nur 7.8 m aus
- schützen mit einer Restnutzhöhe von 3.54 m, respektiv 59 % im Trefferfeld
- behalten eine Restnutzhöhe in den Nachbarfeldern von nahezu 100 %
- schützen in sehr schwierigen Situationen vor Blöcken aus grossen Fallhöhen und Sprungweiten
- übertreffen die Werte gemessener Energieaufnahmekapazitäten vieler bestehender Betongalerien

Fordern Sie jetzt den neuen RXI-500 Prospekt an und/oder besprechen Sie Ihre Schutzbedürfnisse mit unseren Spezialisten.

GEOBRUGG® 

Geobrugg Austria Ges.m.b.H.

Innsbrucker Bundesstraße 71

A-5020 Salzburg

Tel.: +43 6277 7911

Fax: +43 6277 79114

info@geobrugg.com

www.geobrugg.com



Rinnen-Steinschlag-Verbauung stoppt 6 m³ Steinschlag erfolgreich

Rinnen in Gebieten mit Steinschlag-Gefahr sind besonders gefährlich, durch ihre Topographie wird der Steinschlag entlang der Rinne kanalisiert. Somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Blockdurchgänge mit zunehmender Rinnenlänge und dadurch vergrössertem Einzugsgebiet markant. Multiple Steinschlagereignisse werden durch diese Tatsache begünstigt und sind in Rinnen auch entsprechend häufig zu beobachten.

Geobrugg testet in der Testanlage in Walenstadt unter der Aufsicht von WSL nicht nur die Mittelfelder von Steinschlag-Barrieren, sondern jeweils auch mit Randfelder. Entsprechend wurde nachgewiesen, dass auch Einfeld-Steinschlag-Verbauungen voll funktionstüchtig sind.

Einzel-Steinschlag-Verbauungen eignen sich auch als Rinnen-Steinschlag-Verbauungen, so zum Beispiel am Kehlstein/Deutschland wo eine RXI-200 Verbauung für Einschlagenergien bis 2000 kJ, als Einfeldverbauung über eine Länge von 18 m mit einer Verankerung in den Seitenwänden der Rinne, ohne Stahlstützen auskommt.

Entlang der Kehlsteinstrasse wurde 2005/2006 als Folge von kleineren Steinschlag-Ereignissen und einer latenten Bedrohung der regelmässig verkehrenden RVO Touristen-Busse insgesamt 280 Meter Steinschlag Verbauungen RXI-025 – RXI-200 für Einschlagenergien bis 2000 kJ verbaut.

Die Feuerprobe bestand diese Rinnenverbauung am Kehlstein im Januar 2007. Bei einem Steinschlag- Ereignis löste sich za. 60 Meter oberhalb der RXI-200 Rinnenverbauung ein 6 m³ grosser Kluffkörper. Dieses Steinschlag-Ereignis, es entspricht einer Einschlag-Energie von za. 1900 kJ, wurde von der Rinnenverbauung RXI-200 einwandfrei zurückgehalten. Die Untersuchung der teilweise gezogenen Seilbremsen in den Tragseilen der Rinnen-Verbauung ergab auch nach diesem Einschlagtreffer von za. 1900 kJ noch eine hohe Restsicherheit. Ausgelöst durch eine anschliessende Felsberäumung stoppte die Rinnen-Steinschlag-Verbauung RXI-200 als Sekundäreignis erfolgreich zusätzlich 15 m³ Felsmaterial. Die Entleerungs- und Instandstellungsarbeiten an der RXI-200 Rinnenverbauung wurden danach sofort in Angriff genommen..

Weitere Informationen zu Rinnen-Steinschlag-Verbauungen von Geobrugg Austria Ges.m.b.H, Salzburg – info@geobrugg.com



Bild 1: Gesamtansicht Ausbruchstelle und Sturzbahn



Bild 2: Rinnen-Steinschlag-Verbauung stoppt 6m3 Kluffkörper

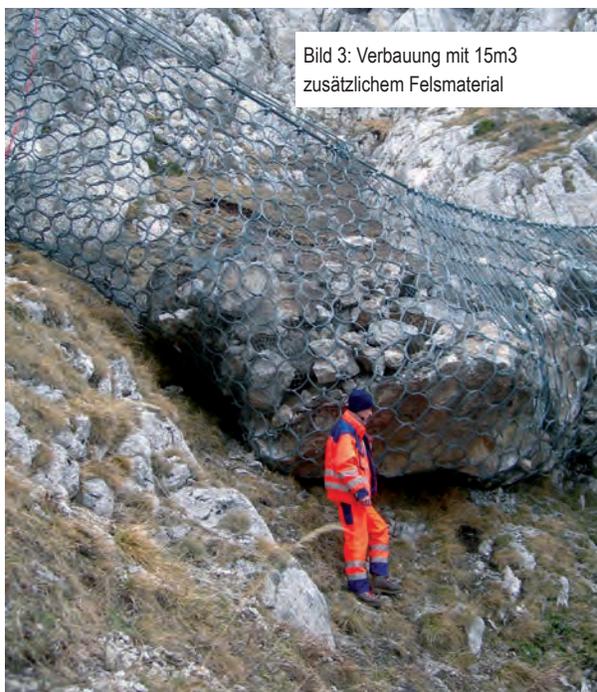


Bild 3: Verbauung mit 15m3 zusätzlichem Felsmaterial

MICHAEL MÖLK & THOMAS SAUSGRUBER

Bewertung von Einflussgrößen bei Felssicherungen und Steinschlagschutznetzen

Evaluation of Parameters Regarding Rock-Anchoring and Rock Fall Protection Fences

Zusammenfassung

Die für die Bemessung von Felssicherungen und Steinschlagschutznetzen relevanten Einflussgrößen werden beschrieben. Diese weisen aufgrund der komplexen Zusammenhänge im Naturraum Unschärfen auf, welche in weiterer Folge bei der Bemessung auf solche Bauwerke und bei der Dimensionierung derselben zu entsprechenden Unsicherheiten führen. Die daraus resultierenden möglichen Versagensmechanismen und Sicherheitskonzepte, die diesen entgegenwirken können, werden beschrieben.

Summary

Relevant parameters for the design of rock anchors and rock fall protection fences are described. The parameters comprise uncertainties due to the complex character of the processes taking place in nature. This leads to uncertainties at the design parameters. Resulting possible failure mechanisms and safety concepts to counteract are described.

Einleitung

Im Bereich der Projektierung von Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag werden Felssicherungen und Steinschlagschutznetze vermehrt eingesetzt. Beim Entwurf solcher Schutzmaßnahmen sind zahlreiche Bemessungsparameter zu berücksichtigen, die in der Natur nur mit Unschärfen zu bestimmen sind. Zudem existieren zunehmend komplexe Hilfsmittel (Simulationsprogramme) für die Ermittlung der auftretenden Kräfte, deren Handhabung Expertenwissen voraussetzt.

Beschreibung der Einflussgrößen

Die im Rahmen einer Dimensionierung von Felssicherungen und Steinschlagschutznetzen relevanten Parameter werden beschrieben und ihr Einfluss auf die Bemessung erläutert:

Felssicherung

Trennflächen

Der Erfassung der Trennflächen ist große Aufmerksamkeit zu schenken; sie stellt den Schlüssel für die Beurteilung des Versagensmechanismus dar.

Die Hauptparameter dazu sind:

- die räumliche Orientierung,
- der Durchtrennungsgrad,
- der Abstand,
- die Rauigkeit,
- die Öffnung und
- die Füllung.

Die Orientierung des Trennflächensystems ist der wichtigste geologische Faktor, der die Stabilität von Felsbereichen in Bezug auf das Hangstreichen und -einfallen maßgeblich bestimmt. Zudem wird die Geometrie des Kluftkörpers festgelegt. Die Lage und Steilheit der Versagensfläche sowie die Kluftkörperform bestimmen dann, ob Körper gleiten, kippen oder fallen (Abbildung 1).

Der Durchtrennungsgrad beschreibt die Längs-

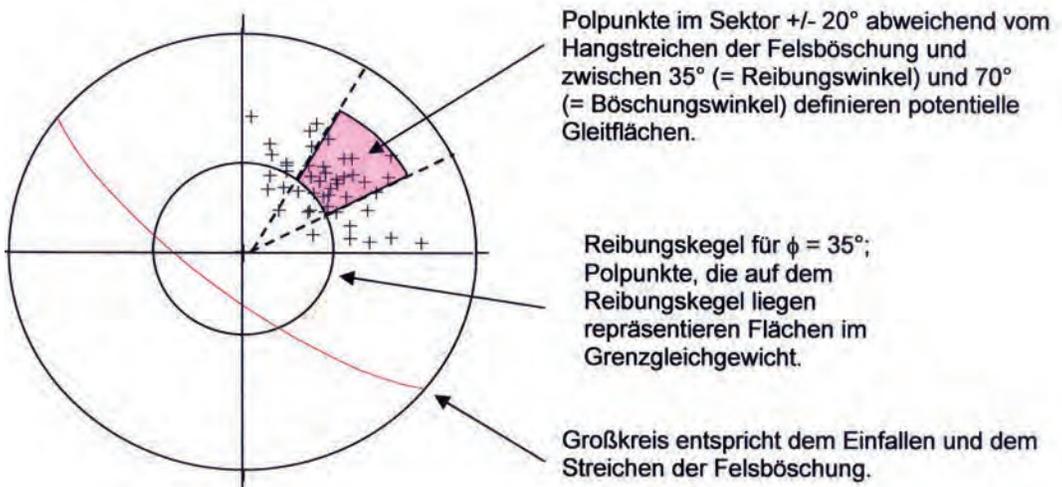


Abb. 1: Beispiel einer kinematische Analyse für einfaches Blockgleiten.

Figure 1: Example showing a kinematic analysis for sliding blocks.

erstreckung einer Kluft. Trennflächen, die eine große Persistenz aufweisen, sind für gewöhnlich Voraussetzung dafür, dass ein Versagen eintreten kann. Jedoch ist zu beachten, dass ein Versagen auch durch einen progressiven Bruch in Erscheinung treten kann. D.h. in den Berechnungsverfahren sind die Materialbrücken zu untersuchen.

Mit der Erfassung des Trennflächenabstandes wird u. a. die Zerlegung des Gebirges erfasst. Je dichter das Kluftnetz ist und je höher der Durchtrennungsgrad ausfällt, desto größer ist auch die Zerlegung. Durchtrennungsgrad und Trennflächenabstand zusammen bestimmen auch die Kluftkörpergröße und geben einen Hinweis auf den zu erwartenden Versagensmechanismus; schmale Kluftkörper z.B. neigen zum Kippen.

Kluftfüllungen können von sehr unterschiedlicher Qualität sein. Während z.B. tonige Füllungen kaum eine Festigkeit aufweisen, ist die Festigkeit von zementierten Klüften beachtlich. In bestimmten Fällen kann die Festigkeit der Kluftfüllung sogar die des angrenzenden Gesteins überschreiten. Kluftzemente gehen als Kohäsion in die Berechnungen ein. Tonige Füllungen hingegen werden nicht berücksichtigt, die Kohäsion wird auf Null gesetzt. Zudem wirken sich die letzt genannten Füllungen verschlechternd auf die Kluftreibung aus, da sie zu einem Verschmieren der Wandrauigkeiten führen.

Die Rauigkeit von potenziellen Versagensflächen ist wesentlich für deren Scherfestigkeit, speziell dann, wenn die Kluftverzahnung hoch ist und noch keine Bewegungen aufgetreten sind (Anfangsscherfestigkeit). Barton 1973 hat zur Quantifizierung der Kluftrauigkeiten den Kluftrauigkeitskoeffizienten (JRC – Joint Roughness Coefficient) eingeführt. Über standardisierte Rauigkeitsprofile lässt sich der Winkel „i“, um welchen der Reibungswinkel erhöht wird, bestimmen.

Gesteinsfestigkeiten

Die Gesteinsfestigkeit hat Einfluss in der Dimensionierung der Felssicherungen, aber auch in der Entscheidung, welche Art der Sicherungen zur Ausführung gelangen soll. Die Gesteinsfestigkeit wird häufig als einaxiale Druckfestigkeit, d.h. als Festigkeit ohne wirkenden Seitendruck angeben. In vielen praktischen Fällen genügt es, eine Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit mit dem Geologenhammer vorzunehmen. Die Einschätzung der Gesteinsfestigkeit erfolgt hierbei anhand einer Tabelle, die von der ISRM 1981b herausgegeben wurde. Z.B. weisen Gesteinsproben, die mehr als einen Schlag mit dem Geologenhammer benötigen, um zu brechen, eine Festigkeit von 50 bis 100 MPa (Grad R4) auf. Das entspricht beispielsweise einem harten Sandstein. Eine weitere Möglichkeit bietet der Schmidt-Hammer. Auch dafür stehen Tabellen zur Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit zur Verfügung (Deere & Miller 1966). Für Felssicherungsprojekte mit einem großen Gefährdungspotenzial und damit erhöhten Genauigkeitsansprüchen sind gebohrte Kerne erforderlich, die dann im Labor untersucht werden. Wesentlich ist es, sofern es sich nicht um reine Einzelblocksicherungen handelt, die Gesteinsfestigkeiten auf Gebirgsfestigkeiten abzumindern. Verfahren, um von Gesteinsfestigkeiten zu Gebirgsfestigkeiten zu gelangen bieten das RMR (Rock-Mass-Rating System, Bieniawski 1976) oder das GSI (Geological Strength Index, Hoek et. al. 1992), welches in Erweiterung des RMR, v. a. für schlechte Gebirgsfestigkeiten bessere Ergebnisse bringt.

Verwitterung

Eine fortgeschrittene Verwitterung hat Einfluss sowohl auf die Festigkeit des Gesteins als auch auf die Scherfestigkeit der Klüfte in der Art und Weise, dass diese abgemindert werden. Die Verwitterung findet sowohl auf physikalischem

(z.B. Frost-/Tauwechselforgänge) als auch auf chemischem Wege statt (z.B. Hydrolyse von Feldspäten, bei der Tonmineralien entstehen). Das Auftreten von tonigen Füllungen reduziert die Scherfestigkeit von Klüften beträchtlich.

Kluftwasser

Kluftwasser hat einen gewichteten Einfluss auf die Stabilität von Felsbreichen. Die rechnerische Berücksichtigung des Kluftwassers erfolgt über den Ansatz der effektiven Spannungen aus der Bodenmechanik (Terzaghi 1963), welcher auch für viele Problemstellungen im geklüfteten Fels seine Gültigkeit besitzt. Neben der Bestimmung der Kluftwasserdrücke gilt es festzustellen, ob ein Auftrieb wirksam ist. Bei gut geklüfteten, wassergesättigten Felsbereichen ist mit Auftrieb zu rechnen.

Steinschlagschutznetze

Im Rahmen der Dimensionierung von Steinschlagschutznetzen sind im Wesentlichen zwei Bereiche zu beurteilen. Einerseits die potenzielle(n) Abbruchstelle(n) in Hinblick auf den Ausschluss von großdimensionalen Abstürzen, die über das durch Schutznetze absicherbare Ereignis hinausgehen (Felsstürze) sowie die struktureologischen Gegebenheiten der Felsbereiche (primäre Trennflächen wie Schichtflächen, Zerlegungsgrad, Auflockerung). Daraus lassen sich in weiterer Folge Kluftkörpergrößen und eine prinzipielle Ablösebereitschaft von Einzelblöcken ableiten. Andererseits ist die Sturzbahn in Hinblick auf Rauigkeit, Dämpfungseigenschaften etc. zu beurteilen.

Der Stand der Technik (lt. B-BSG §2(12) oder WRG 1959 §12a(1): der auf einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher technologischer Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen

ist) verlangt für die Dimensionierung von Steinschlagschutzbauwerken die Durchführung einer Steinschlagsimulation. Mit den unten aufgeführten Parametern kann mit verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Programmen der Sturzprozess von Einzelblöcken modelliert werden. Die in ein solches Modell eingehenden Parameter sind:

- Startpunkt
- Hanggeometrie
- Bemessungsblockgröße und -form (Kugel oder Scheibe)
- Startbewegung
- tangentielle Dämpfung
- normale Dämpfung
- Rollwiderstand
- Gleit- und Haftreibung
- Rauigkeit
- Gesteinsdichte

Gegenwärtig entsprechen zweidimensionale Simulationsprogramme mit entsprechenden Erfahrungen dem Stand der Technik, dreidimensionale Modelle werden derzeit entwickelt bzw. befinden sich in verschiedenen Stadien einer Erprobungsphase. Die wesentlichen Unterschiede zwischen zwei- und dreidimensionalen Modellen sind folgende:

Kriterium	2D	3D
Hanggeometrie	Durch idealisierte Profile an repräsentativen Hangabschnitten	Aus 3D-Geländemodellen – Kriterium: Verfügbarkeit ausreichend genauer Daten (Laserscanning?!)
Seitliche Streuung der Blöcke	Gutachterliche Festlegung	Simulationsergebnis
Hangparameter	Linienhafte Aufnahme an Einzelprofilen	Flächenhafte Aufnahme bzw. Auswertung von feinauflösenden Geländemodellen

Tabelle 1: Vergleich von 2D und 3D-Steinschlagmodellen

Table 1: Comparison of 2D and 3D rock fall models

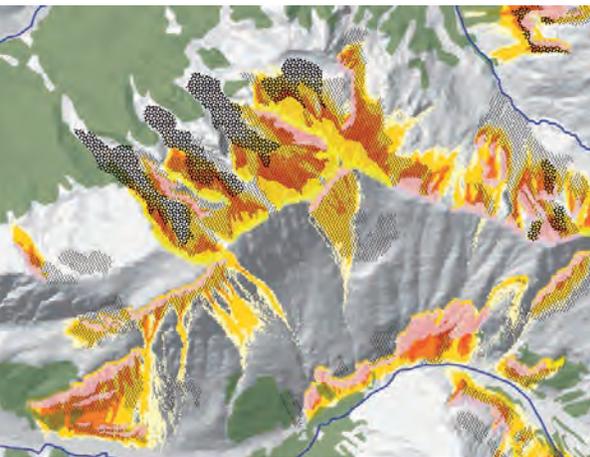
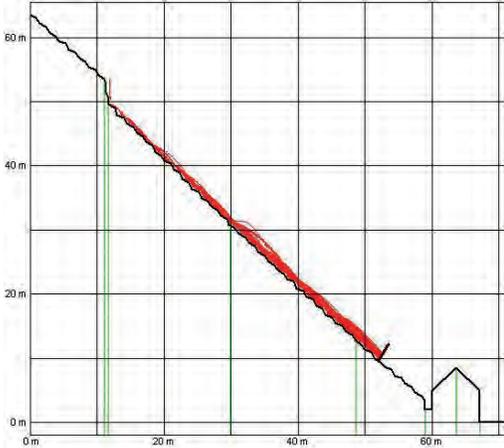


Abb. 2: Ergebnisse von 2D- und 3D-Trajektorienmodellen (links Rockfall 6.1, rechts Rockyfor)

Figure 2: Results of 2D and 3D trajectory models (left: Rockfall 6.1, right: Rockyfor)

Einzelne Modelle sind bereits in der Lage, die Wirkung einer Bewaldung zu berücksichtigen (z. B. Modul Rock-Tree in Rockfall 6.1; Rockyfor 3D-Modell Cemagref). Inwieweit dies in Anbetracht kurzfristiger Änderungen des Waldbestandes (Windwürfe, Schneebruch, Felssturzschneisen, Käferschäden, Schlägerungen etc.) sinnvoll ist, ist projektspezifisch festzulegen.

Die aus einer Steinschlagsimulation gewonnenen Parameter umfassen in der Regel Sprunghöhen und Energien (Geschwindigkeiten)

der Sturzblöcke an definierten Stellen der Profile (2D) bzw. Energie- und Sprunghöhenlinien im Gelände (3D). Diese Daten sind meist auch statistisch auswert- und darstellbar (z. B. Darstellung von Fraktilen: 90 % der Blöcke weisen an definierter Stelle Energien von $< X$ kJ auf).

Unschärfen bei der Erfassung der Größe der Einwirkungen

Felssicherung

Die Unschärfen in der Erhebung der grundlegenden Parameter zur Dimensionierung von Felssicherungen ergeben sich aus der in der Natur vorgegebenen Bandbreite und aufgrund unzureichender Aufschlussverhältnisse. Im Folgenden werden die Unschärfen bei der Ermittlung von Parametern, die die Stabilität beeinflussen können, erörtert.

Trennflächen

Die Erfassung von Trennflächen ist vorerst auf vorhandene Aufschlüsse ausgerichtet, die meist nur einen beschränkten Ausschnitt der Situation, die von den Sicherungsmaßnahmen abzudecken ist, zeigen. Selbst bei Einsatz zusätzlicher Erkundungsmaßnahmen wie z. B. Kernbohrungen, die den Wissensstand zweifellos erhöhen, bleiben jedoch noch immer bestimmte Unschärfen bestehen. Diese ergeben sich häufig aus der Übertragung der einsehbaren Gefüge- und Strukturdaten eines kleinen Bereichs auf einen großen.

Durch die Erhebung einer ausreichend großen Anzahl von Trennflächen und ihren Eigenschaften lassen sich mit Hilfe von statistischen Auswertemethoden die Bandbreiten der Parameter angeben. Im Regelfall reichen diese Angaben aus, um die Unschärfen der Natur zu bestimmen und die Bemessung von Felssicherungen durchzuführen. Selbst unter Anwendung dieser Methoden können aber einzelne Schwächezonen (z.B. Ge-

steinsstörungen), die im Aufschluss nicht ersichtlich sind, auftreten und ein Versagen bedingen.

Als schwierig hat sich auch die Beurteilung von tonigen Kluffüllungen erwiesen, da der Reibungswinkel und die Kohäsion eine mit dem Wassergehalt veränderliche Größe darstellen.

Wasser

Wasser hat auf die Stabilität von Felssicherung einen entscheidenden Einfluss, da die Scherfestigkeit der Klüfte und des Gebirges deutlich beeinflusst wird. Eine ausreichend genaue Kenntnis der Bergwasserhältnisse ist aber in den seltensten Fällen vorhanden. Aufwendige Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen werden meist nur bei großen Bauvorhaben durchgeführt, sodass man in der Regel auf Geländebeobachtungen (Quellen, Feuchtstellen) angewiesen ist.

Starke und ergiebige Niederschläge können zu einem raschen oder aber auch zeitverzögerten Anstieg des Klufthwassers führen und ein Versagen einleiten. Zu beachten sind auch Langzeiteffekte, wie das Verschlämmen oder Auswaschen von Klufthwegigkeiten.

Steinschlag

Die Unsicherheiten ergeben sich bei der Dimensionierung von Schutzbauwerken aus dem Naturraum und dem komplexen Charakter des dynamischen Prozesses Steinschlag. Die Erfassung der Geländeparameter für ein Simulationsmodell stellt zwangsläufig immer eine Vereinfachung des Naturraumes dar. Diesem Umstand wird versucht über die Auswahl von tendenziell ungünstigen aber möglichen Sturzlinien (Bemessungsprofilen) Rechnung zu tragen. Weiters können bei den meisten Modellen die Parameter über eine definierte Streubreite zufällig variiert werden. Über eine ausreichend große Anzahl von Simulationen können so konvergierende und reprodu-

zierbare Ergebnisse erzielt werden.

Weiters ist einer der entscheidenden Parameter die Kubatur des Bemessungsblockes. Diese kann einerseits über die Erfassung der Kluffkörpergrößen in den potenziellen Ablösebereichen ermittelt werden. Dies ist jedoch häufig technisch schwierig (beschränkte Zugänglichkeit, oft nur zweidimensionale Messungen von Klüften möglich ...). Zudem ist es nicht ohne weiteres möglich, über die Zerlegung von Felsbereichen (Klüfte, Störungen, Schieferung, Schichtung) auf die Größe der Sturzblöcke mit ausreichender Sicherheit rückzuschließen. Daher sind Informationen aus allenfalls vorhandenen Schutthalden äußerst wichtig, um die Beurteilung einer wahrscheinlichen Zerlegung abstürzender Blöcke durchzuführen.

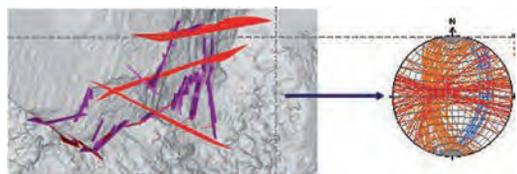
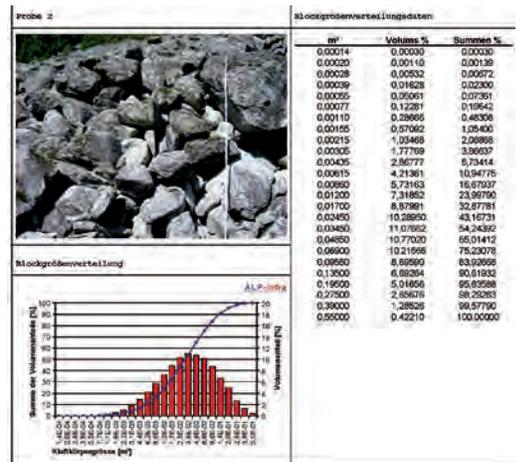


Abb. 3: Ergebnisse von Fotosieving an einer Cree-Halde und Blockgrößenanalysen über teilautomatisierte Trennflächenanalyse aus einem terrestrischen Laserscan (Scheikl 2006)

Figure 3: Results of Fotosieving at a cree-slope and block size distribution via semi-automatic joint-analysis executed by terrestrial laserscanning (Scheikl 2006)

Eine Eichung jedes einzelnen Simulationsergebnisses anhand von Geländebeobachtungen wie z. B. Sprungweiten und -höhen (sofern vorhanden) ist wichtig und jedenfalls anzustreben.



Abb. 4: Aufnahme von Sprunghöhen und Sprungweiten von Stein-schlagereignissen zur Kalibrierung von Steinschlagsimulationen

Figure 4: Assessment of jump-heights and –length as input for the calibration of rock fall simulations

Unschärfen bei der Dimensionierung der Sicherungsmaßnahmen

Felssicherung

Die Unsicherheiten in der Dimensionierung ergeben sich zwangsläufig aus den Unsicherheiten der im Gelände erhobenen Einflussgrößen. Daher ist an die Aufnahme dieser ein hoher Qualitätsanspruch zu stellen, der auch entsprechendes Expertenwissen voraussetzt. Wichtig ist es weiters, die Bandbreiten der erhobenen Einflussgrößen durch eine ausreichende Anzahl von Daten mit Hilfe statistischer Auswertungen einzugrenzen.

Steinschlagschutz

Die für die Dimensionierung von passiven Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag durchzuführenden Modellierungen stellen eine vereinfachte Abbildung komplexer Prozesse im Naturraum dar und sind daher bestenfalls als gute Näherung anzusehen. Daraus resultiert eine immanente Unsicherheit in Hinblick auf die Präzision der errechneten Dimensionierungsgrößen „Energie“ und „Sprunghöhe“. Die Festlegung der jeweils relevanten Bemessungsgrößen für die Schutzmaßnahme bedarf daher einerseits einer ständigen kritischen Hinterfragung der Ergebnisse und andererseits die Einführung von Sicherheitsreserven. Seitens des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung wird dies mittels folgender Überlegungen bewerkstelligt:

- Die Modellierung legt einen kugelförmigen (bzw. einen scheibenförmigen) Block zugrunde, der in der Modellierung ungünstigere Energien als in der Natur ergibt (kantige Blöcke mit exzentrischem Schwerpunkt).

- Gängige Praxis ist derzeit, eine allfällige Bewaldung mit entsprechenden bremsenden Effekten nicht zu berücksichtigen.
- Es werden für jede betrachtete Blockgröße in der Regel zumindest 1000 Berechnungsläufe durchgeführt. In der Natur ist jedoch mit zumindest einer bis zwei 10er-Potenzen geringeren Auftretenshäufigkeit von Sturzblöcken innerhalb des Bemessungszeitraumes zu rechnen. Damit ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass die ungünstigsten Lastfälle in der Natur auftreten, entsprechend gering. Der Bemessungslastfall kann in Abstimmung mit den jeweiligen Interessenten festgelegt werden (abzudeckendes Fraktil aus dem Summenhistogramm der Steinschlagsimulation, vgl. Abbildung 5).

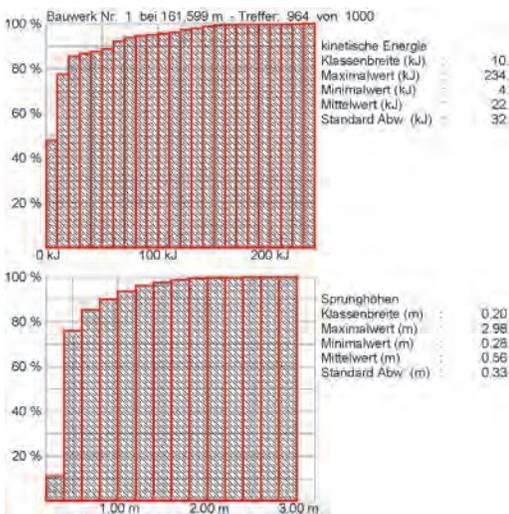


Abbildung 5: Summenhistogramm (Energien und Sprunghöhen) an definiertem Beobachtungs-querschnitt im Bemessungsprofil

Figure 5: Histogram showing energy and bounce-height at defined positions in the respective position of the design-profile

Eine weitere Unschärfe bei der Bemessung von Schutzbauwerken resultiert aus folgenden Randbedingungen:

Die mittlerweile weitgehend vorhandenen 1:1-

Tests von Steinschlagschutznetzen sind im Vergleich mit der Natur stark vereinfacht. So ist bei den Versuchen der Trefferpunkt der Netzmittelpunkt eines zentralen Feldes (nicht Randfeld), wo die Verteilung der auftretenden Kräfte in das gesamte System günstig ist. Zudem weisen die Testblöcke keine Rotationsbewegung auf (technisch dz. nicht möglich) und besitzen eine relativ günstige, genormte Form. Dies soll die Reproduzierbarkeit der Tests gewährleisten.

Versagen der Maßnahmen

Felssicherung

Die gewissenhafte und systematische Erfassung der maßgeblichen Einflussgrößen trägt dazu bei, ein Versagen zu verhindern bzw. das verbleibende Risiko dafür deutlich zu verringern. Gerade bei den dauerhaft konzipierten Maßnahmen aber nimmt das Risiko eines Versagens mit fortschreitendem Alter zu. Im Folgenden werden daher einige Punkte, die die erwartete Lebensdauer von Maßnahmen maßgeblich reduzieren können, erörtert.

Alterung

Sämtliche Sicherungsmaßnahmen können ihre Funktion nur eine bestimmte Zeit lang erfüllen. Gerade in Zusammenhang mit Verankerungen kommt der Korrosionsbeständigkeit eine zentrale Bedeutung zu, da die einsetzende Korrosion die Lebensdauer deutlich verringert (vgl. Abbildung 6). Schwer einzuschätzen bei Verpressankern ist beispielsweise eine Materialermüdung der Ringrauminjektion über lange Zeit. Eine Materialermüdung des Zementleims kann auftreten, wenn die Belastung des Ankers nahe der Bruchlast zu liegen kommt. In diesem Fall tritt eine erhöhte Rissbildung in der Zementleimdeckung des Ankers

ein, was in Folge zu einsetzender Korrosion am Stahl führt. Häufig wiederkehrende Vereisungen in Kluftsystemen können ebenfalls eine Materialermüdung und eine verstärkte Rissbildung bei der Ringrauminjektion des Ankers bewirken.

Versteckte Mängel bei der Ausführung

Die Herstellung der Sicherungen erfolgt im Regelfall nach strengen Auflagen und nach dem Stand der Technik (Normen). Dennoch kann bei schwierigen Untergrundverhältnissen (verkarstetes Gebirge) gerade im Bereich der Verankerungen eine ausreichende Umhüllung von Zementleim, selbst unter Anwendung der in der Norm angegebenen Prüfverfahren, nicht immer gewährleistet werden.

Fehleinschätzungen

Fehleinschätzungen sind leider nie ganz auszuschließen, v. a. dann, wenn maßgebliche Größen in der Natur aufgrund schlechter Aufschlussbedingungen nicht zu erkennen sind. Z. B. kann eine einzelne Störung, die an keiner Stelle des Aufschlusses ersichtlich ist, ein Versagen von Felspartien verursachen. Auch die Einschätzung der Bergwasserverhältnisse hat sich in der Praxis als schwierig herausgestellt, da bestimmte zeitliche Entwicklungen kaum vorhersehbar sind, wie beispielsweise eine Vereisung der Wasseraustrittsstellen bei Klüften, was einen Anstieg des Kluftwasserdruckes zur Folge hat und ein Versagen einleiten kann.

Steinschlagschutz

Zu unterstellende bzw. nach Möglichkeit auszuschließende Versagensmechanismen bei Schutzbauwerken:

- Änderung der Dimensionierungsgrundlagen (Ausbildung von übergeordneten Nach-

böschungssystemen, Wegfall von dämpfenden Waldbeständen ...)

- Versagen der Fundierung von Steinschlagschutznetzen: Die Untergrundverhältnisse sind zumeist locker gelagerte Schutthalden, die hohe Anforderungen an die Ausführung der Verankerungen stellen. Die Eignung des jeweiligen Verankerungssystems sollte jedenfalls im Zuge von Eignungsprüfungen überprüft werden.

- Alterung/Korrosion: Die frei zugänglichen Bauteile eines Steinschlagschutznetzes lassen sich gut in Hinblick auf Korrosion und Beschädigungen überprüfen – ein entsprechendes Inspektionsprogramm vorausgesetzt. Die Verankerungen hingegen entziehen sich einer visuellen Kontrolle. Hier kann eine Funktionskontrolle nur über Probelastungen/Zugversuche erfolgen (vgl. auch Abbildung 6)

- Natur versus Modellversuch: Aufgrund der idealisierten Versuchsbedingungen bei den Eignungs- und Zulassungsprüfungen für Schutznetze kann es selbst bei Eintritt der Bemessungslasten zu einem Versagen kommen. Dies wäre z. B. ein ungünstiger Trefferpunkt in einem der oberen Ecken eines Feldes oder an der Stütze.

Sicherheitskonzepte

Felssicherung

Der abzudeckende Aufgabenbereich bei Felssicherungen des Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinverbauung umfasst vielfach Einzelankerungen aber auch Systemankerungen. Zum Einsatz kommen auch Felsvernetzungen und Bodenvernagelungen. Im folgenden Text wird vorwiegend auf die Verankerungen Bezug genommen.

Bei der Erstellung von Sicherheitskonzepten für Felsicherungen können zwei unterschiedliche Anforderungen unterschieden werden:

- Temporäre Maßnahmen

Die temporäre Sicherung von Felsbreichen orientiert sich an einer relativ kurzen Lebensdauer der eingesetzten Sicherungsmittel. In der EN 1997-1 (Eurocode 7, 2006) wird für Kurzzeitanker eine geplante Lebensdauer von weniger als 2 Jahren angegeben. Temporäre Felsicherungen dienen meist dazu, um für die Zeit der Bauausführungen einen Schutz zu gewährleisten. Fragen wie z. B. des Korrosionsschutzes sind in diesem Zusammenhang wenig relevant. Ebenso sind die einzurechnenden Sicherheiten gegenüber den permanenten Sicherungsmitteln weitaus geringer. Für blanke bzw. zinkgeschützte Stähle kann unter

Berücksichtigung einer gewissen Erosionsrate, je nach Bodenart (Aggressivität) eine sehr variable Nutzungsdauer von 10 bis 40 Jahren angenommen werden (s. Abbildung 6 und Tabelle 2 unten).

- Permanente Maßnahmen

Ein Anspruch auf permanente Maßnahmen ist dann gegeben, wenn ein Schutz auf bewohnte Objekte oder Infrastruktur (Gefahr für Sachgüter und Menschenleben) abzielt und gewährleistet werden muss. Als dauerhaft werden heute Sicherungsmittel mit einer Lebensdauer von 100 bis 120 Jahren eingestuft (Jungwirth & Jentsch 2005). Über die Lebensdauer von nicht verpressten und verpressten Ankern bei verschiedenen Bodenklassen gibt die untenstehende Grafik Auskunft.

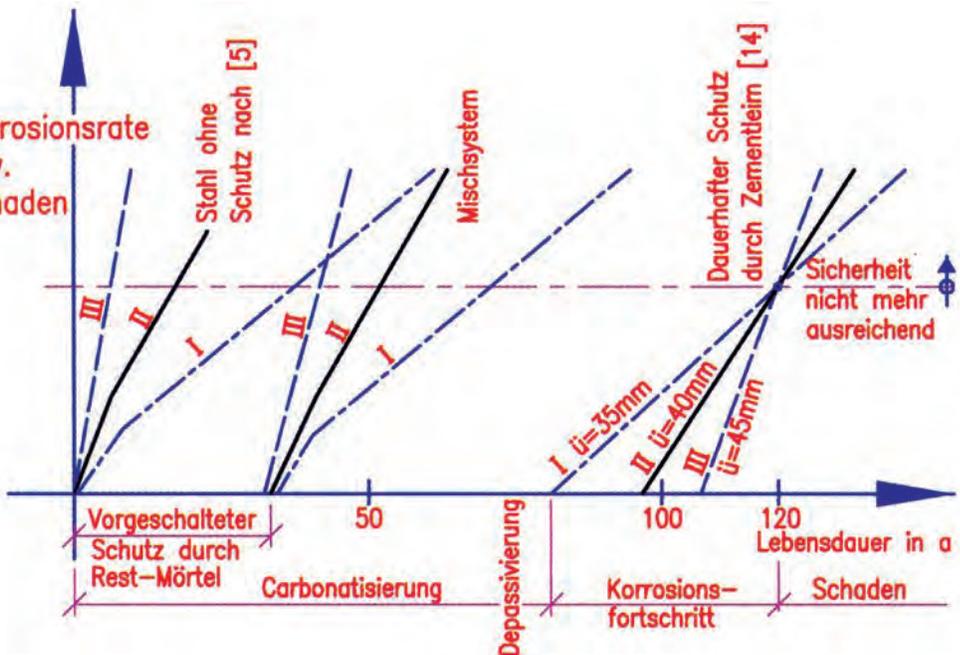


Abb. 6: Szenario vom nackten Stahl bis zum dauerhaften Schutz durch Zementleim nach CEB 1997, entnommen aus Jungwirth & Jentsch 2005. Bodenklassen I bis III, \bar{u} = Mörtelüberdeckung;

Figure 6: Scenarios showing the lifetime of pure steel anchors and permanent rock bolts with grout after CEB 1997. Soil classes I to III, \bar{u} = grout coverage;

Schwach aggressive Böden I	<ul style="list-style-type: none"> • mäßig gut bis sehr gut belüftete Böden; • überwiegend sand- und kieshaltig, gebräucher Fels; • niedriger Wassergehalt (drainagefähig), trocken; • geringer Neutralsalzgehalt; • ph 5 bis 8; • spez. Bodenwiderstand > 7.000 Ωcm;
Bedingt aggressive Böden II	<ul style="list-style-type: none"> • schlecht bis mäßig gut belüftete Böden; • hohe Anteile Schluff und Feinsand (mitteldispers bis feindispers) • i.A. mittlerer Wassergehalt, feucht; • erhöhte Neutralsalzgehalte; • ph 5 bis 8; • spez. Bodenwiderstand 1.000 > 7.000 Ωcm;
Aggressive Böden III	<ul style="list-style-type: none"> • schlecht bis sehr schlecht belüftete Böden; • hohe Anteile an Ton (feindispers) • i.A. hoher Wassergehalt, bzw. Wechselzone; • hohe Neutralsalzgehalte möglich; Tausalz, Industrieabfälle • ph 5 bis 8; • spez. Bodenwiderstand < 7.000 Ωcm;

Tab. 2: Klassifizierung der Aggressivität von Böden nach Jungwirth & Jentsch 2005

Tab. 2: Classification of aggressiveness of soils after Jungwirth & Jentsch 2005

Bei ph-Werten größer als 8 oder kleiner als 5 verschieben sich die Werte bzw. die Anforderungen zur nächst höheren Bodenaggressivitätsklasse. Kommt ein Boden bereits in der Bodenklasse III zu liegen, dann sind für ph-Werte von > 8 und < 5 gesonderte Korrosionsschutzmaßnahmen einzuhalten.

Neben dem Korrosionsschutz sind in Abhängigkeit der Lasteinwirkungen auf die herzustellenden Maßnahmen und des Gefährdungspotenzials bestimmte Sicherheiten einzuhalten. Diese werden für Österreich künftig in den nationalen Festlegungen zur ÖN EN1997-1 zu entnehmen sein, die dann in Ergänzung zum Eurocode 7 gelten. Die Fertigstellung der nationalen Festlegungen wurde noch für 2007 in Aussicht gestellt. Das dort beschriebenen Verfahren verwendet Teilsicherheitsbeiwerte, die zum einem auf die resultie-

renden Beanspruchungen aus den Einwirkungen (Kräfte und Kennwerte) und zum anderen auf die Widerstände des Baugrunds (Sicherungsmittel) angewendet werden. Folgende Teilsicherheitswerte werden für Verankerungen genannt:

- Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchung: Unterschieden wird hier zwischen ständigen und veränderlichen Beanspruchungen sowie günstigen und ungünstigen Bedingungen.
- Teilsicherheitsbeiwert für Baugrundgrößen.
- Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände vorgespannter Anker gegen Herausziehen.
- Teilsicherheitsbeiwerte für die Abnahmeprüfung.

Bei den beiden letzt genannten Punkten wird zwischen Kurzzeitanker und Daueranker unterschieden. Zudem geht hier die Schadensfolgeklasse ein. Diese ergibt sich in Abhängigkeit der möglichen Folgen, der Gefährdungen und der Lastfallklassen (ÖN B 4433 und ÖN B 4040).

Steinschlagschutznetz

Ein Sicherheitskonzept im Bereich der Dimensionierung von Steinschlagschutzbauwerken weist mehrere Ebenen auf:

Im Bereich der Dimensionierung über Steinschlagsimulationen liegen Sicherheiten vor, die sich aus der Vereinfachung des Naturraumprozesses ergeben (vgl. Kapitel: Unschärfen bei der Erfassung der Größe der Einwirkungen).

Besonders bei Bauteilen, die einer Inspektion nicht bzw. nur unter erschwerten Bedingungen (Bodennägel) zugänglich sind, sollte einerseits über entsprechende Korrosionszuschläge und andererseits durch eine konservativ angesetzte Lebensdauer eine ausreichende Sicherheit über die unterstellte Lebensdauer des Systems erreicht werden.

Im Rahmen der Eignungs- und Zulassungstests von Steinschlagschutzbauwerken werden die Systeme nicht bis zum Versagen belastet (z. B. Restnutzhöhe > 50 %, kein Bruch von tragenden Elementen zulässig...). Hieraus ergeben sich, allerdings nicht quantifizierbar, ebenfalls Reserven.

Schlussbemerkungen

Die Ermittlung der für die Dimensionierung von Felssicherungen und Steinschlagschutznetzen erforderlichen naturräumlichen Parameter stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar, die sowohl ein methodisch systematisches Vorgehen als auch spezifisches Fachwissen über die komplexen Zu-

sammenhänge erfordert.

Nachdem aber geologische und geotechnische Unsicherheiten auf die Entscheidung des Ingenieurs wesentlichen Einfluss ausüben, ist die Quantifizierung dieser notwendig und möglich (Einstein 2001).

Durch die systemimmanenten Sicherheiten einerseits und die Sicherheitszuschläge in den einschlägigen Normen andererseits lässt sich das Restrisiko eines Versagens auf ein akzeptables, auf die Lebenszeit der Maßnahme angepasstes Maß verringern.

Adresse der Verfasser:

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Geologische Stelle, Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck, Austria. E-Mail: michael.moelk@die-wildbach.at; thomas.sausgruber@die-wildbach.at

Literaturverweise

- ANGERER H., SÖNSER Th. & SPANG R.M.: Steinschlagsrisiko und Investitionsentscheidung – Gibt es eine rationale Basis? - Felsbau 16/3, S. 168-176, Glückauf Verlag Essen 1998.
- BARTON N.R. : Review of a new shear strength criterion for rock joints. Engng. Geol. Elsevier, 7, 287-322, 1973.
- BERGER, F.: Réalisation d'un test d'étalonnage des modèles de trajectographie en utilisant des données provenant d'expérimentations grandeur nature. Rapport de synthèse Département Gestion des Territoires. CEMAGREF, Unité de recherche Ecosystèmes Paysages Montagnards (Grenoble), 2003
- CEB: Durable Concrete Structures No 182, 1989 and Durability Design for Carbonation Induces Corrosion No 238, 1997.
- DEERE D. U. & MILLER R. P.: Engineering Classification and Index Properties of Intact Rock. Technical Report No. AFWL-TR-65-116, Air Force Weapons Laboratory, Kirkland Air Force Base, New Mexico, 1966.
- DORREN, L., JONNISON, M., KRAUTBLATTER, M., MOELK, M. AND STOFFEL, M. (2007): State of the Art in Rock-Fall and Forest Interactions (2007), Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen (in Bearbeitung)
- EINSTEIN H.H.: Quantifying Uncertain Engineering Geologic Information. Felsbau 19, 5, 72-84, Glückauf Vlg. Essen, 2001.
- EGLI, T.: Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren. Wegleitung kantonale Gebäudeversicherung, St. Gallen, 2005.

GERBER, W. :

Bemessung von Verankerungen basierend auf Daten der Typenprüfung von Schutznetzen gegen Steinschlag. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, FAN-Agenda 2/05, 23-27.

HUDSON J.A. & HARRISON J.P.:

Engineering Rock Mechanics. 444p., Pergamon Press, Amsterdam 1997.

HOEK E., WOOD D. & SHAH S.:

A modified Hoek-Brown criterion of jointed rock masses. Proc. Rock Characterisation, Symp. Int. Soc. Rock Mech.: Eurock'92 (ed. J. A. Hudson), Brit. Geotech. Soc., London 209-14. 1992.

INTERNATIONAL SOCIETY OF ROCK MACHANICS (ISRM):

Rock Characterisation, Testing and Monitoring: ISRM Suggested Method. Pergamon Press, Oxford, UK, 1981b

JUNGWIRTH D. & JELTSCH W.R.:

Von Stahl-Abrostraten in der Geotechnik, mit stufenweisem Übergang zum dauerhaften Korrosionsschutz durch Zementleimdeckung, am Beispiel des GEWI-Stahles S670. Mit. Bl. 19; VÖBU, 2005.

MÖLK, M. & KOHLMAYER, G.:

CE-Kennzeichnung für Steinschlagschutznetze – Prüfverfahren und Bedeutung für den Endanwender. OIB aktuell – Mitteilungen des Österr. Inst. f. Bautechnik, Heft 3, , 7. Jahrgang, ISSN 1615-9950, 7-14, 2006.

MÖLK, M.:

The Kreuzlau Rockfall - Methodical Approach for the Collection of Basic Data Aiming at the Evaluation of Rockfall Hazards and the Planning of Counter-Measures. – Felsbau 2000

MÖLK, M.:

Steinschlagschutznetze: Einsatzbereich und Grenzen im Steinschlagschutz. - Mitt. d. Österr. Inst. f. Bautechnik, OIB aktuell, Heft 4, Dezember 2001. - ISSN 1615-9950, Wien 2001

MÖLK, M.:

Simulation of Rockfall Processes – Aspects of modern dimensioning tools for mitigation measures. – Proceedings of International Workshop on Rockfall Control Engineering, International Union of Forest Research Organisations, Research Group 8.04 Natural Disasters, Galtür 2002.

MÖLK, M. et al:

Sea to Sky Geotechnique, 59th Canacian Geotechnical Conference and 7th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Specialty Conference, Vancouver, British Colombia, Canada.; "Product Certification of Rock Fall Protection Fences in the European Union (CE-Marking). – Test Procedure, Austrian Test Site and Relevance for the End User", 2006.

POISEL R.:

Kippen, Sacken, Gleiten. Geomechanik von Massenbewegungen und Felsböschungen. - Felsbau 16/3, S. 135-140, Essen 1998.

SCHEIKL, M.:

Risk assessment of the rockslide Spitz (Austria) based on laser scanner data, stability calculations and run-out models. – Proceedings of 3rd Colloquium Rock Mechanics – Theory and Practice, March 2006, Vienna University of Technology. Vienna 2006.

SPANG R.M. & SÖNSER Th.:

Optimized Rockfall Protection by „ROCKFALL“. - Proc. 8th Int. Congr. Rock Mechanics, Vol. 3, p.1233-1242, 8 fig., 7 tab., Tokyo 1995

TERZAGHI K.:

Theoretical Soil Mechanics. John Wiley, NY 1963.

Zement · Kalk · Gips · Spezialbaustoffe · Anwendungstechnik



schloss

mineralisch kreativ

Schretter & Cie

A-6682 Vils · Tirol

Tel.: +43 (0)5677/8401 · 0

Fax: +43 (0)5677/8401 · 222

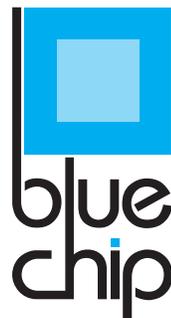
office@schretter-vils.co.at · www.schretter-vils.co.at

BlueChip Software GmbH

Software - Internet - Hardware

Hochtennstraße 30 A-5700 Zell am See Tel.: 06542/57584-0

www.bluechip.at



SUDA J., STRAUSS A.

Schadensklassifizierung für Schäden an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung

Classification of damages on torrential barriers

Zusammenfassung:

Die Basis einer Zustandsbewertung ist die Aufnahme von Beeinträchtigungen und Schäden im Zuge einer Bauwerksinspektion. Um das Bauwerk entsprechend seiner Schädigung in eine Zustandsklasse einzuteilen ist die genaue Kenntnis der Schadmechanismen erforderlich. Im folgenden Artikel wird ein erweiterbares Klassifizierungsschema vorgestellt, welches die Grundlage für das Schadenshandbuch der Bauwerksinspektionen bilden soll.

Summary:

The basis for a condition assessment of a structure is the record of impairments and damages in combination with a building inspection. The knowledge of failure mechanism is necessary, to classify a structure according its damage degree. In this contribution an extendable classification method will be presented, which is the basis for the planned failure characteristic catalogue for maintenance inspection of torrential barriers.

1. Einleitung

Die Basis einer Zustandsbewertung ist die Aufnahme von Beeinträchtigungen und Schäden im Zuge einer Bauwerksinspektion. Um das Bauwerk entsprechend seiner Schädigung in eine Zustandsklasse einzuteilen ist die genaue Kenntnis der Schadmechanismen erforderlich. Es gibt Schäden, die die Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit des Bauwerkes nicht beeinträchtigen, und solche, die in der Zukunft zu einem Bauwerksversagen führen können. Wobei ein und derselbe Schaden an unterschiedlichen Sperrtypen aufgrund verschiedener Funktionen und statischer Systeme unterschiedlich schwere Auswirkungen auf den Zustand haben kann. Viele Schäden sind auch rein materialspezifisch, beispielsweise biogene Holzerstörung. Ist neben einer reinen Beschreibung eines Einzelschadens auch eine Vergleichbarkeit unterschiedlicher Bauwerke und Einzugsgebiete erwünscht, setzt dies eine standardisierte Beschreibung und eine Klassifikation der Schäden voraus. Durch die Einteilung der Einzelschäden in Schadensklassen können auch statistische Auswertungen vorgenommen werden. Im Zuge dieser Auswertungen können z.B. für einen bestimmten Schaden besonders anfällige Bautypen oder Materialien ermittelt werden. Mithilfe dieser Erkenntnisse können in Zukunft im Optimalfall durch konstruktive oder funktionale Vorschriften diese Schäden vermieden werden.

Bei der Dokumentation der Schäden sollte somit der Baustoff, der Sperrtyp, der geschädigte Anlagenteil, der eigentliche Schadenstyp, die Schadensursache soweit bekannt und die Relevanz des Schadens berücksichtigt werden (Abb. 1). Der Anlagenteil beschreibt den Ort des Auftretens des Schadens. Der Schadenstyp beschreibt die Art des Schadens. Hinter jedem Schadenstyp steht ein Schadmechanismus oder eine Kombination aus mehreren Mechanismen.

Ein bestimmter Schadenstyp tritt in unterschiedlicher „Schwere“ auf. Die Schadensursache steht in Zusammenhang mit den im Beitrag „Schäden und Schadmechanismen an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung“ beschriebenen Randbedingungen. Die Relevanz beschreibt, ob der Schaden vernachlässigbar ist oder eine Auswirkung auf die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerkes hat.

Jedem der oben beschriebenen Parameter (Werkstoff, Bautyp, Anlagenteil, Schadenstyp, Schadensursache, Relevanz) lässt sich eine Kurzbezeichnung zuordnen. Mithilfe dieser Kurzbezeichnung lässt sich jeder auftretende Schaden durch eine eindeutige Bezeichnung ausdrücken: **Werkstoff / Bautyp / Anlagenteil / Schadenstyp / Schadensursache – Relevanz**

Diese Kennziffer ist als kompakte Kurzbezeichnung gedacht, welcher bei einer digitalen Erfassung der Daten die Speicherung und Datenverwaltung in einer Datenbank erleichtern soll. Das grundlegende Kriterium der folgenden Nomenklatur war, ein offenes System, welches in Zukunft systemkonform beliebig ausgebaut werden kann, zu entwickeln. Aufgrund der definierten Parameter ist es möglich Einzelschäden nach jedem Parameter zu klassifizieren.

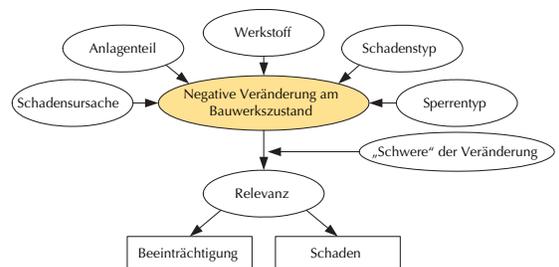


Abb. 1: Übersicht über die beschreibenden Parameter eines Schadens, Beeinträchtigung

Fig. 1: Descriptors of failures and drawbacks for a structure

1.1. Werkstoff

Hier werden die verwendeten Werkstoffe, aus denen Schutzbauwerke errichtet werden, berücksichtigt. Der allgemeine Begriff „Boden“ schließt einerseits technische Werkstoffe wie Sande und Schotter(Kies-)materialien, welche bei Dammbauwerken verbaut werden, und andererseits natürlich anstehenden Boden im Wasser und luftseitigen Sperrenvorfeld und den Flankenbereichen mit ein. Steine bezeichnet das weite Feld der gebrochenen oder gesammelten Blöcke und Steine. Er umfasst Flussbausteine zur flussparallelen Sicherung, Mauersteine (Blockstein) zur Errichtung von Querwerken und kleinere Steine wie sie beispielsweise in Drahtschotterkörben oder Holzkastensperren verwendet werden.

Teile aus Holz können als sekundäre Struktur in funktionalen Öffnungen von beispielsweise Stahlbetonsperren oder als primäre Struktur in Holz- oder Holzkastensperren vorkommen. Beton in Form von Stahlbeton ist der am häufigsten eingesetzte Baustoff. Sein Einsatzgebiet reicht von Gründungen bis zum Sperrenüberbau als alleiniger Werkstoff oder in Verbindung mit einem der anderen genannten. Stahl wird ähnlich dem Holz als sekundäre (z.B.: Rechen) oder primäre Struktur (z.B.: Netzsperrern, Drahtschotterkörbe) eingesetzt. Lebende Pflanzen sind ebenfalls Teil vom Gesamtsystem, entweder als Erosionsschutz an Böschungen (Rasen-, Kräuter-, Busch-, Baumbestände) oder in ingenieurb biologischen Verbauungen.

Kennziffer	Werkstoff
W 00	Boden (Erde)
W 01	Trockenmauerwerk
W 02	(Zementmörtel) Mauerwerk
W 03	Grobsteine (Flussbausteine)

W 04	Drahtschotter
W 05	Holz
W 06	Beton
W 07	Stahlbeton
W 08	Stahl
W 09	Kunststoff
W 10	Lebende Pflanzen

Tab. 1: Werkstoffe

Table 1: Materials

Abb. 2: Werkstoffe für Schutzbauwerke (von oben links nach unten rechtes): Boden als Dammschüttung; Trockenmauerwerk; Zementmörtelmauerwerk; Grobsteinschlichtung; Drahtschotterkörbe; Holzkastensperre; Betonbogensperre; Stahlbetonplattensperre; Stahl als Rechenkonstruktion



1.2. Sperrentypen

Die unterschiedlichen Bauwerkstypen können nach verschiedenen Eigenschaften klassifiziert werden. Ist ein Schaden typisch für einen bestimmten Bautyp oder eine Gruppe von Bautypen, kann dieser Parameter laut Tab. 2 zugewiesen werden. Die Bauwerke werden dabei basierend auf dem Klassifizierungsvorschlag in der ÖNORM – Regel ONR 24800 [1] nach Bauwerksverband, Leitfunktion, Konstruktionsart, Material und Statik eingeteilt.

Fig. 2: Materials for protective structures (above left to below right): Earth-fill dam, dry masonry wall; block settlement; wire basket for gravels; timber box barrier; concrete arch barrier; reinforced concrete plate barrier; steel rack



1.3. Anlagenteile

Die Relevanz eines Schadens ist neben seiner Schwere vom Ort des Auftretens abhängig. Um Schäden eindeutig einem bestimmten Anlagenteil zuzuordnen zu können müssen diese Teile eindeutig definiert werden. Es gibt dabei in Abhängigkeit des Sperrentyps schadensanfälliger Anlagenteile bzw. solche, die für eine Instandsetzung relevanter sind als andere.

Da diese Bauwerke in direktem Kontakt und direkter Wirkungsbeziehung zur Umgebung stehen, ist es unumgänglich bei der Betrachtung von Schäden das Umfeld mit einzubeziehen. Die Bezeichnungen beziehen sich somit nicht nur auf die Bauteile, sondern auch auf das luft- und wasserseitige Vorfeld und die Einbindungen des Baukörpers. Somit bildet eine Sperre mit seinem luft- und wasserseitigen Vorfeld eine Anlage. Daher wäre die Bezeichnung Bauteil zu eng gefasst.

Eine Sperrenanlage ist in der Regel aus mehreren Anlagenteilen (Bauteilen) zusammengesetzt. Diese Bauteile lassen sich in statisch wirksame Bauteile und funktional wirksame Bauteile unterteilen (Tab. 3). Prinzipiell kann man eine Sperre in den Sperrenkörper und die Flügelteile unterteilen. Der Sperrenkörper ist jener Teil, der direkt über dem Fundament steht. In der Regel befindet sich die Abflusssektion im Sperrenkörper. In der Abflusssektion können funktionale Sperrenteile (z.B. Öffnungen) untergebracht sein. Zur Aufnahme von einwirkenden Kräften längs des Bachlaufes sind oft bachparallele Verstärkungen des Sperrenkörpers erforderlich. Man spricht in diesem Zusammenhang von Scheiben und Wangen. Jene Teile, welche die aus den Einwirkungen resultierenden Kräfte in das umgebende Erdreich übertragen, werden als Gründung (Fundament) bezeichnet.

Gründungen unterteilen sich wiederum in Subtypen; diese sind in Tab. 4 separat beschrieben.

Bauwerk(-verbund)	Einzelbauwerk	Kein Absturz (Kronenhöhe = Sohlniveau)			Sohlgrut	
	Bauwerksverbund	Vertikaler Absturz, Absturzhöhe bis 2,0 m			Grundschwelle	
Vertikaler Absturz, Absturzhöhe über 2,0 m			Sperre			
Schräger Absturz			Rampe			
Verband aus Quer- und Längsbauwerken			Regulierung			
Wirkungsverband von baugleichen Grund-schwellen und Sperren mit (+/-) regelmäßigen Abständen			Grundschwellenstaffel Sperrenstaffel			
Wirkungsverband von unterschiedlichen Sperren (und Grundschwellen) mit unregelmäßigen Abständen (z.B. Kombination von Murbrecher und Geschiebedosiersperre)			Funktionskette			
Leitfunktion	Stabilisierung Konsolidierung	Retention	Dosierung	Filterung	Energieumwandlung	
	Konsolidierungs-sperre	Rückhaltesperre (Retentionssperre)	Dosiersperre	Filtersperre	Murbrecher Absturzbauwerk Bremsbauwerk	
	Grundschwelle Sohlgurten Rampen	Wasser-Geschiebe-Mur-rückhaltesperre	Wasser-Geschiebe-dosiersperre	(Grob)geschiebe-Wildholz-filtersperre		
Konstruktionsart ¹⁾	Vollwandsperren (Geschlossene Sperren)	Einfache Vollwandsperre		Mehrfache Vollwandsperren		
	Offene Sperren	Kronengeschlossene Sperren			Kronenoffene Sperren	
		Dolensperren		Gittersperre Netzperre	Schlitzsperren	Aufgelöste Sperren
		Kleindolige Sperre Großdolige Sperre			Vollschlitzsperre Halbschlitzsperre Doppelschlitzsperre Mehrschlitzsperre	
statisches System	Gewicht-sperren	Bogen-sperren			Plattensperren	
					Aufgelöste Systeme	
		einfache Plattensperre	Pfeilerplatten-sperre	Winkel-stützmauer	Massenaktive Tragwerke	Vektoraktive Tragwerke
					Gittersperre (biegesteif)	Netzperre (biegeweich)

Tab. 2: Einteilung der Wildbachsperren auf Basis der ONR 24800 [1]

Table 2: Classification of torrential barriers according ONR 24800 [1]

Kenn-ziffer	Anlagenteil (Bauteil)
1	Tragwerk
1.1	Gesamte Sperre (Sperrenkörper + Flügel)
1.2	Sperrenkörper
1.3	Flügel
1.4	Sperrenkrone
1.5	Abflusssektion
1.6	Öffnungen (Einwässerungsöffnungen, Dolen, Schlitze)
1.7	Verstärkungsrippen
1.8	Scheibe
1.9	Wangen
1.10	Gründung (Fundament)
1.11	Primär tragendes Gitter, Netz oder Seil
2	funktionale Teile

2.1	Rechen
2.2	Balken
2.3	Rost
2.4	Gitter
2.5	Netz
2.6	Spezialteile
3	Einbindungen
3.1	Seitliche Einbindung oben
3.2	Seitliche Einbindung unten
3.3	Untere Einbindung (Bachsohle)
4	wasserseitiges Vorfeld
5	luftseitiges Vorfeld

Tab. 3: Anlagenteile eines Schutzbauwerkes

Table 3: Components of a protecting structure

Tragende Sperrenteile sind Bauteile, welche primär oder sekundär die einwirkenden Lasten in den Baugrund übertragen. Die Lasten können direkt auf diese Teile wirken oder indirekt über funktionale Teile. Tragende Bauteile können auch funktionale Aufgaben erfüllen.

Funktionale Sperrenteile sind zusätzliche Bauteile, welche ausschließlich der Funktion der Sperre dienen. Sie leiten auftreffende Lasten auf die tragenden Bauteile weiter. Erfüllen funktionale Bauteile (z.B. Netze oder Gitter) eine primäre tragende Funktion (Netzsperrern, Gittersperrern), sind sie als „Tragende Teile“ einzustufen.

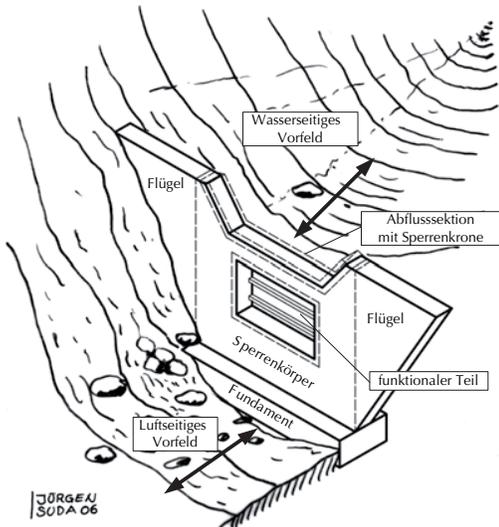


Abb. 3: Anlagenteile

Fig. 3: Components

Bei Wildbachsperrern können folgende generelle Teile unterschieden werden:

Der **Sperrenüberbau** umfasst alle tragenden Bauteile oberhalb der Oberkante der Gründung. Ist die Gründung des Bauwerkes kein eindeutig erkennbarer Bauteil (z.B. reine Platten-sperrern) ist die Oberkante der Gründung mit der Geländekante anzunehmen. In der Regel umfasst

er den Sperrenkörper und die Sperrenflügel.

Der **Sperrenkörper** ist der Hauptteil der Sperre mit tragender Funktion, der über der Fundamentoberkante liegt. Sperrenflügel zählen nicht zum Sperrenkörper.

Der **Sperrenflügel** ist der seitliche Teil einer Sperre, der in der Regel der seitlichen Einbindung der Sperre dient. Kann sich der Flügel quer zur Bachachse relativ zum restlichen Sperrenkörper verschieben, spricht man von einem abgesetzten Flügel. Diese Bauweise kann beispielsweise bei seitlichem Hangschub angewendet werden.

Das **Sperrenfundament** ist der unter dem Sperrenkörper bzw. unter der Geländekante liegende Teil der Sperre, der die Aufgabe der Übertragung der Lasten in den Untergrund übernimmt. In der Regel werden Sperrenfundamente je nach Untergrund verbreitert oder als horizontal liegende Fundamentsplatte ausgeführt. Werden die Lasten direkt vom Querschnitt des Überbaues in den Untergrund übertragen, sind keine eigenen Gründungsbauteile vorhanden (z.B.: reine Plattensperrern). Als Gründung wird dann jener Teil des Sperrenkörpers bezeichnet, der unter der Geländekante liegt. Gründungen (Fundamente) lassen sich auf zwei Arten einteilen. Einmal nach der Einbindetiefe und einmal nach der Art der Lastabtragung. Flachgründungen werden ausgeführt, wenn ein tragfähiger Untergrund in mäßiger Tiefe, d.h. unterhalb der Fundamentsohle, ansteht. Tiefgründungen sind notwendig bei sehr großen Lasten oder wenn ein tragfähiger Untergrund erst in weiterer Tiefe ansteht. Bei letzterer ist in der Regel eine zusätzliche Konstruktion (z.B. Pfähle) zwischen der Unterkante des Tragwerkes und der eigentlichen Gründung (tragfähige Bodenschicht, Stahlbetonplatte, ...) notwendig. In Tab. 4 sind für Schutzbauwerke der Wildbachverbauung relevante Gründungsarten dargestellt.

Die **Sperrenkrone** ist die oberste Begrenzungsflä-

Einteilung nach der Einbindetiefe				
Flachgründungen				Tiefgründungen
Einzelgründung	Streifengründung	Plattengründung	Streifenrost	Pfahlgründung
bewehrt monolithisches Fundament	unter Wänden mittig belastet unbewehrt	konstante Dicke Rippenplatten		Pfeilergründung
Blockfundament Köcherfundament	bewehrt ausmittig belastet			Schlitzwand
unbewehrt	bewehrt unter Stützen			Brunnengründung
Einteilung nach der Art der Lastabtragung				
Flächengründung			Pfahlgründung	

Tab. 4: Einteilung der Gründungen; nach PREGL [2]

Table 4: Foundation classification according to PREGL [2]

che einer Sperre.

Rippen sind kraftschlüssig mit einem Mauerkörper verbunden und dienen ausschließlich der Verstärkung dieses Mauerkörpers. Sie sind in der Regel in Richtung der Einwirkungen angeordnet. Ist die Länge der Rippe kleiner der vierfachen Querschnittshöhe ($l_{eff} < 4 \cdot h$), spricht man von einer Scheibe.

Als **Scheiben** werden Mauern bezeichnet, die parallel zur Bachachse stehen und planmäßig schmalseitig belastet werden. Scheiben teilen zu meist das Durchflussprofil in mehrere Felder auf. Sind Scheiben kraftschlüssig mit dem Sperrkörper verbunden und üben sie eine Stützfunktion für den Sperrkörper aus, werden sie als Pfeiler bezeichnet (Pfeilerplattensperren). Die äußersten beiden Scheiben, welche das Abflussprofil seitlich zur Einschüttung hin begrenzen, werden als Wangen bezeichnet.

Als **Wangen** werden Mauern bezeichnet, welche parallel zur Bachachse stehen und das Durchflussprofil seitlich begrenzen. Sie werden planmäßig längsseitig und/oder schmalseitig belastet. Sie können auch der Abstützung des Sperrbauwerks dienen. Je nach Lage wird zwischen wasserseitigen (z.B.: Rostwangen) und luftseitigen Wangen (Vorfelddwangen) unterschieden.

Vorfelddwangen (Vorfelddauern) sichern an der Luftseite der Sperre die Einhänge oder die Vorschüttung gegen seitliche Erosion (durch die Randwalzen des Überfalls) und gegen Abrutschung und sind Teil der Vorfelddbegrenzung der Sperre. Fallweise üben Vorfelddauern auch eine Stützfunktion für die Sperrplatte aus (Pfeilerplattensperre mit luftseitigen Stützpfählern).

Als **Luftseite** bezeichnet man die bachabwärts gelegene Seite einer Wildbachsperre. Diese wird normalerweise nicht vom Wasser angeströmt. Als Wasserseite wird die vom Wasser angeströmte, bachaufwärts gerichtete Seite der Sperre bezeichnet.

1.4. Relevanz des Schadens

Die Relevanz beschreibt, ob der Schaden nur eine Beeinträchtigung darstellt oder zu einer Verringerung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerkes führt. Dabei gilt es bei der Bewertung zwischen der Relevanz zum Aufnahmezeitpunkt und jener in ein paar Jahren oder nach dem nächsten Ereignis zu unterscheiden. Die Kennziffern sind in Tab. 5 aufgelistet.

Kennziffer	Relevanz
0	Keine Auswirkung (Beeinträchtigung)
1	Schaden mit Verringerung der Tragfähigkeit
2	Schaden mit Verringerung der äußeren Gebrauchstauglichkeit (Funktion)
3	Schaden mit Verringerung der Dauerhaftigkeit

Tab. 5: Relevanzparameter

Table 5: Parameter of relevance

Die **Tragfähigkeit** beschreibt die Standsicherheit des Bauwerks. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit sind die Gewährleistung der äußeren und der inneren Standsicherheit des Bauwerks. Der Nachweis der Standsicherheit ist erbracht, wenn der Bemessungswert der Einwirkungen kleiner als jener des Widerstandes ist.

Die **Gebrauchstauglichkeit** beschreibt die Eignung eines Bauwerkes im Hinblick auf seinen bestimmungsgemäßen Verwendungszweck, die auf subjektiven (nicht objektiv feststellbaren) Gebrauchseigenschaften beruht. Es ist der Nachweis zu führen, dass das Bauwerk die Anforderungen an den Nutzen, das Aussehen und seine Funktion erfüllt. Bei Schutzbauwerken erscheint es sinnvoll zwischen der äußeren und inneren Gebrauchstauglichkeit zu unterscheiden.

Die äußere Gebrauchstauglichkeit beschreibt die Schutzwirkung (Wirkungsgrad) der Anlage. Diese besteht in der Einwirkung der Maßnahmen auf den Prozessablauf, in der Reduktion der Ereignisdisposition und der Reduktion der Schadenswirkung. Maßgeblich für die Gebrauchstauglichkeit einer Schutzanlage sind der Bauwerkszustand und die Funktionsfähigkeit aller Bauwerksteile (Organe) sowie die Wirkung im Verband des Schutzsystems. Weiters ist die Ein-

wirkung von Extremereignissen maßgeblich.

Davon zu unterscheiden ist die Gebrauchstauglichkeit des Baukörpers (innere Gebrauchstauglichkeit). Dazu gehören Vorschriften und Nachweise, welche die Verformungen, Spannungen, Rissbreiten und Schwingungen von Bauwerken unter einer akzeptierten Grenze halten.

Als **Dauerhaftigkeit** wird allgemein die Anforderung an das Tragwerk bzw. einzelne Bauteile bezeichnet, über den geplanten Nutzungszeitraum die Tragfähigkeit und die Gebrauchseigenschaften sicherzustellen. Sie dürfen sich während der gesamten vorgesehenen Nutzungsdauer nicht unzulässig verändern, so dass sie stets gegenüber allen Einwirkungen inkl. jener von Extremereignissen ausreichend widerstandsfähig sind.



Abb. 4: Schäden an Wildbachsperrern: (A) Verlust der Tragfähigkeit – Totalschaden (Bild: Hannes Hübl); (B) Verlust der äußeren Gebrauchstauglichkeit durch Umgehung (Bild: Walser Otto)

Fig. 4: Damages on torrential dams: (A) Loss of stability – total loss (Picture: Hannes Hübl); (B) Loss of the functionality due to detour of the process (Picture: Walser Otto)



Abb. 4: Schäden an Wildbachsperrn: (C) Reduktion der Dauerhaftigkeit durch Abrasion der Betondeckung und Bewehrungskorrosion

Fig. 4: Damages on torrential dams: (C) Reduction of the durability due to abrasion of concrete cover and in consequence corrosion of reinforcement.

1.5. Schadensursache

Die Schadensursachen können, basierend auf den Randbedingungen, denen ein Bauwerk unterworfen ist, nach Tab. 6 und Tab. 7 eingeteilt werden.

Kennziffer	Ursache		
U1	Ursache in den anthropogenen Randbedingungen		Externe Ursachen
	U1.1	Ursache in der Planung	
	U1.11	Ursache in einer ungünstigen funktionalen Dimensionierung	
	U1.12	Ursache in einer ungenügenden statischen Dimensionierung	
	U1.2	Ursache in der Ausführung	
	U1.4	Ursache in einem Bauunfall	
	U1.3	Ursache in der Instandhaltung	
U1.5	Ursache in einer anthropogenen Beschädigung (forstliche Nutzung, andere Baumaßnahme, Vandalismus)		
U2	Ursache in den physikalischen, klimatischen, chemischen und biochemischen Randbedingungen		
	U2.1	Ursache in den klimatischen Einflüssen (Mikro-, Makro-, Mesoklima)	
	U2.2	Ursache in den chemischen/biochemischen Einflüssen	
U3	Ursache in den biogenen Randbedingungen		
	U3.1	Ursache im Pflanzenbewuchs (Gehölze, Stauden, Moose, Flechten)	
	U3.2	Ursache in einem Schädlingsbefall (Säugetiere, Insekten, Pilze, Bakterien)	

Tab. 6: Schadensursachen – Teil 1

Table 6: Causes of damages – Part 1

Kennziffer	Ursache		
U4	Ursache in den geotechnischen, geologischen und tektonischen Randbedingungen		Externe Ursachen
	U4.1	Ursache im Verlust der äußeren Standsicherheit	
	U4.11	Ursache in einem mechanischen Grundbruch	
	U4.12	Ursache in einem hydraulischen Grundbruch	
	U4.13	Ursache im Gleiten des Bauwerkes	
	U4.14	Ursache im Kippen des Bauwerkes	
	U4.2	Ursache im Verlust des luftseitigen Widerstandes in den Flanken	
	U4.3	Ursache im Verlust des luftseitigen Widerstandes an der Sohle	
	U4.4	Ursache in der Verlandung im wasserseitigen Vorfeld	
	U4.41	Ursache im Erdruck (Krafrichtung parallel zur Bachachse)	
	U4.42	Ursache in einer fehlenden Verlandung	
	U4.5	Ursache im Grund- bzw. Hangwasser	
	U4.6	Ursache in Bewegungen des Untergrundes	
	U4.7	Ursache im seitlichen Hangdruck oder Erdruck (Krafrichtung senkrecht zur Bachachse)	
U4.8	Ursache im Steinschlag oder Felssturz		
U4.9	Ursache in einer Rutschung		
U4.10	Ursache in einem Erdbeben		
U5	Ursache in den prozessbedingten Randbedingungen		Externe Ursachen
	U5.1	Ursache in der Tiefenerosion	
	U5.2	Ursache in der Seitenerosion	
	U5.3	Ursache in der Flächenerosion	
	U5.4	Ursache im Abflussgeschehen	
	U5.5	Ursache in der Unterströmung des Sperrenkörpers	
	U5.6	Ursache in der Durchströmung des Sperrenkörpers	
	U5.7	Ursache in der Ablagerung von Schwebstoffen und Geschiebe	
	U5.8	Ursache in der Ablagerung von Wildholz	
	U5.9	Ursache in der Beanspruchung durch Lawinen	
U5.10	Ursache in neuen, bei der Planung nicht bekannten Prozessen		
U6	Ursache in den strukturellen Randbedingungen des Bauwerkes		Interne Ursachen
	U6.1	Ursache im verwendeten Werkstoff (werkstoffspezifisch)	
	U6.2	Ursache im Verlust der inneren Standsicherheit	
	U6.3	Ursache im Verlust der Dauerhaftigkeit (Materialalterung, Abnutzung)	
U6.4	Ursache in der fehlenden konstruktiven Sicherungsmaßnahme		
U7	Ursache in den funktionalen Randbedingungen des Bauwerkes		Interne Ursachen
	U7.1	Ursache in der ungenügenden Funktionserfüllung	
	U7.2	Ursache im ungeeigneten Bauwerkstyp oder typenspezifisch	
	U7.3	Ursache in einer ungeeigneten Bauwerksform oder formspezifisch	
U7.4	Ursache in einer ungeeigneten Bauwerkslage		

Tab. 7: Schadensursachen – Teil 2

Table 7: Causes of damages – Part 2

1.6. Schadenstyp

In Tab. 8 sind häufig vorkommende Schadenstypen aufgelistet. Die prozessspezifischen Typen können bei allen Bautypen und Werkstoffen auftreten. Die Materialspezifischen Schadenstypen sind oft an einen bestimmten Werkstoff gebunden oder haben an jedem Werkstoff typische Erscheinungsformen.

Die Zerstörung ist als eigene Gruppe angeführt,

da ein Großteil der restlichen Schadenstypen mit der Zeit zu einer Zerstörung des Bauwerkes führen kann. In den Spalten neben dem Sperrtyp sind schadenstypische Werkstoffe (W) und Ursachen (U) angeführt. In der letzten Spalte ist die mögliche Relevanz (R) des Schadens angegeben. Dabei ist zu beachten, dass je nach Ort und Schwere des Auftretens dieses Schadenstyps die Relevanz unterschiedlich sein kann.

A.) Prozessspezifische Schadenstypen	W	U	R
Funktionales Versagen	-	1.11/1.3/5.7/5.8	2
Erosion und Hydroabrasion	-	2.1/2.2/5.4/6.1/7.1	3/1
Verklausung	-	1.11/1.3/5.7/5.8	2
Umgehung	-	1.11/1.3/4.4/5.2/5.7/5.8	2
Auflandung	-	1.11/5.7/5.8	2
Grundbruch (mechanischer Grundbruch, hydraulischer Grundbruch, Auftriebsbruch)	-	1.12/1.3/4.3/4.5/5.1/	1
Unterspülung	-	5.1/7.2/7.3	2/1
Bauwerksbewegungen	-	4.1/4.2/4.3/4.4/4.6/4.7	1
Bewuchs	0/1/2/3/4	1.3	0/2
B.) Materialspezifische Schadenstypen			
1.) BETON			
Betonschäden			
Mangelhafte Betonoberfläche	6/7	1.2	3
Verdichtungsporen	6/7	1.2	3
Abwitterung, Zerstörung durch Frosteinwirkung	6/7	1.1/2.1	3
Betonierester und Hohlräume	6/7	1.2	3
Hohlstellen, Abplatzung	6/7	1.2	3
Abweichung in der Betonfestigkeit	6/7	1.1/1.4	1
Betonabplatzungen infolge lokalen Druckversagens	6/7	4.1/4.7	1
Risse			
Risse infolge Lasteinwirkung	6/7	4.4/4.7/5.4/5.9	1
Risse infolge Zwangsbeanspruchung und Krafterleitung	6/7	4.1/4.2/4.3	1
Oberflächenrisse	6/7	1.2	3
Risse entlang von Bewehrungsstäben	6/7	1.12/1.2	3
Mängel an der Bewehrung			
Geringe oder fehlende Betondeckung	7	1.12/1.2	3
Bewehrungskorrosion	7	1.12/1.2/2.1/2.2	3/1
Bruch von Bewehrungsstäben	7	4.4/4.7/5.4/5.9	1
Durchfeuchtung			
Durchfeuchtungen entlang von Bauwerksfugen	6/7	1.1/1.2/2.2/4.5	3
2.) STAHL			
Stahlkorrosion	8	2.1/2.2/5.4	
Plastische Verformungen infolge Lastwirkung	8	4.4/4.7/5.4/5.4/5.9	
3.) HOLZ			
Holzerstörung	5	2.1/2.2/3.2/4.4/4.7/5.4/5.4/5.9	1/3
4.) STEIN			
Abwitterungen	1/2/3/4	2.1	3/1
Löcher im Fugenmörtel	1/2/3/4	2.1/1.3/	3/1
Risse in den Fugen und Steinen	1/2/3/4	2.1/4.1/4.2/4.3/4.6	3/1
Fehlende Steine	1/2/3/4	2.1/1.3/5.4	1
C.) Zerstörung			
Zerstörung von Anlagenteilen	-	1.12/1.2/1.3/1.4/4.1/4.2/4.3/4.6/4.7/4.8/4.9/4.10/5.9/6.4	1
Totalschaden	-		1

Tab. 8: Schadenstypen 1: W=Werkstoff laut Tab. 1, U=Ursache laut Tab. 6, R=Relevanz laut Tab. 5

Table 8: Types of damages 1: W = Material according Tab. 1, U = sources according Tab. 6, R = relevance according Tab. 5.

2. Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Unterteilung der Beschreibung eines konkreten Einzelschadens in einzelne beschreibende Parameter (Werkstoff, Bautyp, Anlagenteil, Schadenstyp, Schadensursache, Relevanz) ist es möglich jeden auftretenden Schaden durch Zuordnung von eindeutigen Attributen zu beschreiben. Durch die Klassifizierung des konkreten Einzelschadens ist es möglich über die Kurzbezeichnung Korrelationen zwischen den einzelnen Parametern herzustellen (z.B. Schadenstyp – Bautyp, Schadenstyp – Werkstoff, Schadenstyp – Anlagenteil).

Dieses Klassifizierungsschema soll die Grundlage der standardisierten Schadensbeschreibungen im Handbuch der Schäden an Schutzbauwerken bilden, welches im Zuge der Inspektion der Bauwerke Verwendung finden soll.

3. Literatur

[1] ON (2007):
ONR 24800 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffsbestimmungen und Klassifizierungen (Entwurf; voraussichtlicher Erscheinungstermin: Ende 2007)

[2] Pregl, O. (1999):
Handbuch der Geotechnik – Erd- und Grundbau I – Auszug für die Lehrveranstaltung. Wien: Institut für Geotechnik, Universität für Bodenkultur

Autoren:

DDI Jürgen Suda, DI Dr. Alfred Strauss
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik + Naturgefahren
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
1190 Wien, Peter Jordan Straße 82
juergen.suda@boku.ac.at;
alfred.strauss@boku.ac.at;
Tel: (+43-1)-47654/5250

Hydrologie



Meteorologie



Geologie



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

NEU - NEU - NEU - NEU



»RQ-24«
Berührungslose
Abflussmessung
mit Radar-
technologie

sommer
MESS-SYSTEMTECHNIK

Sommer Mess-Systemtechnik

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

Spezielsensorik · Beratung · Planung
Anlagenbau · Systemintegration

JÜRGEN SUDA, ALFRED STRAUSS, FLORIAN RUDOLF-MIKLAU, MARTIN JENNI, THOMAS PERZ

Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung von Schutzbauwerken: Normierung in der ONR 24803.

Monitoring of Protection Structures: Standardisation in ONR 24803

Zusammenfassung:

Im folgenden Artikel wird der derzeitige Stand des Konzeptes für die Zustandserfassung und die Zustandsüberwachung (Monitoringkonzept) für Schutzbauwerke der Wildbachverbauung auf Basis der ÖNORM – Regel 24803 vorgestellt, welches das Institut für konstruktiven Ingenieurbau (BOKU) im Auftrag des BMLFUW erarbeitet. Dieses Konzept läuft in zwei Stufen ab. Die erste Stufe, die Inspektion, dient dazu den augenblicklichen Zustand des Bauwerkes zu beschreiben und zu beurteilen. Die zweite Stufe beinhaltet die konkreten baulichen oder organisatorischen Maßnahmen. Um einen ökonomischen Einsatz der personellen und finanziellen Ressourcen zu gewährleisten erfolgt eine dreistufige Einteilung der Inspektion in die laufende Überwachung (LÜ) die Kontrolle (K) und die Prüfung (P). Im Zuge des Artikels werden Instrumente und Grundlagen beschrieben um Schutzbauwerke zu erfassen, deren Zustand zu bewerten und daraus Sanierungsmaßnahmen abzuleiten.

Summary:

This paper deals with the current state of a maintenance concept (monitoring concept) for torrent protection structures developed within the ÖNORM 24803. This concept is worked out by the Institute of Structural Engineering (BOKU) by order of the BMLFUW. It is based on two main parts. The first part, the inspection, focuses on the description and on the visual assessment of the current condition of a structure. The second part deals with discrete structural and organizational measures. The subdivision of the inspection in regular supervision, control and examination guarantees an economic use of the personnel and financial resources. The aim of this contribution is to introduce to instruments and basics for the maintenance of torrent protection systems.

1. Einleitung

Jedes technische Bauwerk ist nach seiner Fertigstellung durch die Umgebungsbedingungen und Funktionserfüllung einem Alterungs- und Abnutzungsprozess ausgesetzt. Dadurch ergibt sich für jedes technische Bauwerk eine beschränkte Lebensdauer. Bei der Planung geht man von einer gewünschten optimalen Lebensdauer aus. Das Optimum dieser Lebensdauer ist abhängig von sicherheitsrelevanten und ökonomischen Überlegungen. Um dieser geplanten optimalen Lebensdauer des Bauwerkes möglichst nahe zu kommen, muss es regelmäßig instand gehalten werden. Die Instandhaltung (Erhaltung) eines Bauwerkes ist „die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“ ([1], 30f.)

Die technischen und organisatorischen Grundlagen der Instandhaltung (Erhaltung) von Bauwerken sind, wie in vielen anderen technischen Prozessen auch, eine Standardisierung oder Normung, um eine einheitliche Vorgehensweise zu gewährleisten bzw. hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Fragen einen einheitlichen Stand der Technik vorzugeben. Im Bereich von Brückenbauwerken bestehen

in Österreich seit Jahren gute Erfahrungen mit der normativen Regelung der Instandhaltung und des Zustandsmonitorings (z.B.: [2] [3]). Auch für den Bereich der Stauanlagen (Wasserrückhalteanlagen) liegen entsprechende Regelwerke vor. Für die Schutzbauwerke der Wildbachverbauung gab es bisher keine derartigen Standards, sodass eine Regelung im Rahmen der beim Österreichischen Normungsinstitut eingerichteten Arbeitsgruppe FNA 10.03 („Schutzbauwerke der Wildbachverbauung“) zielführend erschien. Die Regelung soll im 4. Teil der ONR 24800 erfolgen (ONR 24803: Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung).

Die Instandhaltung auf Basis der ON-Regel ONR 24803 [4] läuft in zwei Stufen ab. Die erste Stufe ist die Inspektion, welche dazu dient den augenblicklichen Zustand des Bauwerkes zu beschreiben und zu bewerten. Die zweite Stufe beinhaltet die konkreten baulichen und organisatorischen Maßnahmen. Die Entscheidung über

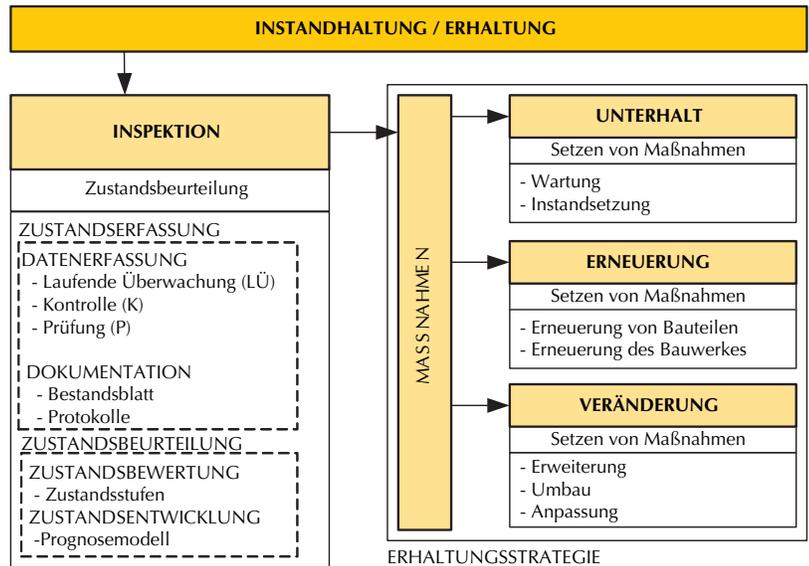


Abb. 1: Übersicht über die Teile der Instandhaltung von Schutzbauwerken

Fig. 1: Overview of the maintenance tools for torrent protection systems.

Art und Umfang der auszuführenden Maßnahmen wird in Abhängigkeit von der Zustandsbewertung getroffen. Geht man so vor, ist es möglich, nachvollziehbare und ökonomische Entscheidungen zu treffen. Somit ist die Inspektion der Kern der Instandhaltung. Die Inspektion umfasst alle Tätigkeiten und Abläufe, die der Zustandsbewertung eines Bauwerkes dienen. Die Maßnahmen können je nach Art, Schwere und Umfang in jene des Bauwerksunterhaltes, der Erneuerung und der Veränderung eingeteilt werden.

2. Inspektion

In der Inspektion sind alle Tätigkeiten zur „Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes eines technischen Bauwerkes einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“ ([2], 3) zusammengefasst. Sie dient dem Zweck, die Zuverlässigkeit (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit) und Funktionssicherheit des Bauwerkes zu gewährleisten.

Die Tätigkeiten im Zuge der Inspektion gliedern sich in die Zustandserfassung und die Zustandsbeurteilung (Abb. 1 und Abb. 2). Im Zuge der Zustandserfassung wird der aktuelle Zustand und die bisherige Entwicklung des Bauwerkes erhoben. Dazu gehört die Erhebung der verwendeten Werkstoffe und deren Eigenschaften, der geometrischen Abmessungen, der Einwirkungen und des statischen Systems.

Im Zuge der Zustandsbeurteilung werden die erfassten Daten bewertet und analysiert. Dies geschieht auf Basis der Zustandserfassung und -bewertung (aktueller Zustand) sowie einer Prognose der weiteren Zustandsentwicklung und deren Konsequenzen im Laufe einer festgelegten Restnutzungsdauer. In Verbindung mit der Erhaltungsstrategie werden Maßnahmen abgeleitet.

Eine große Zahl von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung befindet sich an schwer zugänglichen Stellen. Eine flächendeckende Inspektion dieser Bauwerke ist somit mit einem hohen Aufwand an zeitlichen und personellen Ressourcen verbunden. Bei der Entwicklung einer standardisierten Inspektionsroutine gilt es nun, einen tragbaren Kompromiss zwischen sicherheitsrelevanten und ökonomischen Faktoren zu finden. In der ÖNR 24803 [4] wird daher ein dreistufiges Inspektionsverfahren vorgeschlagen. Es gliedert sich in die laufende Überwachung (LÜ), welche an allen Bauwerken flächendeckend und regelmäßig durchgeführt wird, die Kontrolle (K), welche nur an sicherheitstechnisch relevanten Bauwerken regelmäßig durchgeführt wird und die Prüfung (P), welche nur im Bedarfsfall angeordnet wird. Gemeinsam mit der Erstaufnahme bilden diese drei Verfahren die operativen Instrumente der Inspektion (Abb. 2).

Die laufende Überwachung ist von eingeschultem forsttechnischem Personal durchführbar, die Kontrolle von einschlägigen Experten und eine Prüfung im Optimalfall von einer interdisziplinären Expertengruppe. D.h. die flächendeckende Überwachung erfolgt durch geschultes Fachpersonal (lohnkostensparend) mit geringem Aufwand, die höheren Stufen durch Experten (lohnkostenintensiv) mit höherem Aufwand pro Bauwerk.

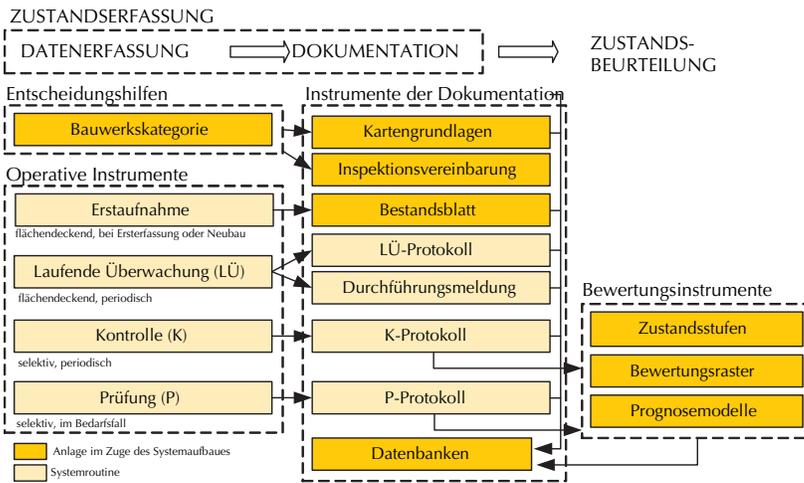
Das Verbauungssystem eines Einzugsgebietes besteht oft aus einer Vielzahl von Schutzbauwerken, die in einer Wirkungsbeziehung zueinander stehen. Innerhalb dieser Wirkungsbeziehungen gibt es Bauwerke, deren Versagen höhere und geringere negative Auswirkungen auf das restliche Verbauungssystem und die geschützten Bereiche haben. Eine ökonomische Betrachtung der Inspektionsroutinen zeigt die Notwendigkeit, sicherheitstechnisch relevante Bauwerke (Schlüsselbauwerke) öfter zu überwachen als die restlichen (Standardbauwerke). Die

Auswahl der relevanten Bauwerke darf natürlich nicht undifferenziert erfolgen. Es ist erforderlich, einen nachvollziehbaren, standardisierten Entscheidungsprozess zu entwickeln (Abb. 2). Die Wertigkeit definiert sich über die Auswirkungen eines Versagens eines Einzelbauwerkes auf das restliche Verbaueungssystem oder auf die durch die Verbaueung geschützten Bereiche.

Neben den Entscheidungshilfen und den operativen Instrumenten gibt es noch jene der Dokumentation. Sie dienen der Protokollierung und Speicherung der erhobenen Daten, Einteilungen und getroffenen Vereinbarungen. Die Bewertungsinstrumente dienen dem Zweck der Zustandsbewertung (Abb. 2), der letzten Stufe der Inspektion.

Für die Entwicklung der Entscheidungshilfen werden folgende Kriterien von besonderer Bedeutung sein:

- Funktion und Art der Schutzwirkung des Bauwerkes
- Einwirkende Prozesse und Lasten
- Lage des Bauwerkes bezüglich anderer Bauwerke (Bauwerksverband)
- Lage des Bauwerkes bezüglich des Gefährdungsbereiches
- Sensibilität des Bauwerkes gegen Einwirkung (Ereignisse) oder Funktionsstörungen
- Erreichbarkeit des Bauwerkes (Aufschließung)



Die Bauwerkskategorien eines Einzugsgebietes sind vor den Begehungen von fach- und ortskundigen Experten (z.B.: Experten der WLW) festzulegen. Die Entscheidungen sind schriftlich in der Inspektionsvereinbarung (Kapitel 2.3.2) niederzuschreiben und zu begründen und in den Kartengrundlagen (Kapitel 2.3.1) kartografisch festzuhalten.

Abb. 2 Instrumente der Inspektion

Fig. 2: Instruments for Inspection

2.1. Entscheidungshilfen

Die Einteilung in Bauwerkskategorien hat das Ziel, den Inspektionsaufwand nach einem nachvollziehbaren Schema auf ein Minimum zu reduzieren und gleichzeitig einen gewünschten Sicherheitslevel zu gewährleisten.

2.1.1. Bauwerkskategorien

Je nach Schwere der Auswirkungen eines Versagens des Bauwerkes auf das Verbaueungssystem und die geschützten Bereiche werden die Bauwerke in die Kategorien Standard- und Schlüsselbauwerke eingeteilt. Die Einteilung kann, basie-

rend auf den Schadensfolgeklassen der ÖNORM EN 1990 [5], nach Tab. 1 erfolgen.

In die Kategorisierung ist auch die Wirkung von Bauwerksverbänden einzubeziehen. Dabei sind folgende Wirkungsbeziehung von Bedeutung:

- Räumlich in Beziehung stehende Bauwerksgruppen, die gemeinsam eine Schutzwirkung ausüben (z.B. Sperrstaffelung in einer Erosionsstrecke)
- Funktional in Beziehung stehende Bauwerksgruppen, die gemeinsam eine Schutzwirkung ausüben (z.B. Hochwasserrückhalt in Kombination mit der auf die Restwassermenge dimensionierte Regulierungsstrecke)

Im Sinne der Effizienz sind insbesondere Standardbauwerke für die Zustandserfassung zu Bauwerksgruppen (Funktionsketten, Bauwerkssysteme) zusammenzufassen.

2.1.1.1. Standardbauwerke

In diese Kategorie können Bauwerke, deren Versagen nur mittlere oder geringe (lokale) Auswirkungen auf das Verbauungssystem und geringe Auswirkungen auf die geschützten Bereiche hat, eingeordnet werden. Bauwerke die in die Schadensfolgekategorie CC1 fallen, dürfen als Standardbauwerke betrachtet werden.

2.1.1.2. Schlüsselbauwerke

Dies sind Bauwerke, deren Versagen entscheidende Auswirkungen auf die geschützten Bereiche oder das Verbauungssystem hat. Beispielsweise sind Murbrecher, Geschiebe-, (Wasser-)Dosierwerke und Bauwerkssysteme, in denen das Versagen eines Bauwerkes zu einem Serienversagen führen kann, in diese Kategorie einzuordnen. Bauwerke, die in die Schadensfolgeklassen CC3 und CC2 fallen, sind als Schlüsselbauwerke zu betrachten.

Auswirkungen auf das Verbauungssystem	Auswirkungen auf die geschützten Bereiche		
	hoch	mittel	gering
	dicht besiedelte Gebiete, Siedlungskerne, wichtige Infrastruktureinrichtungen, überregionale Verkehrswege; hohes Personenrisiko	locker besiedelte Gebiete, Einzelgebäude, regionale Verkehrswege; mittleres Personenrisiko	Nebengebäude, untergeordnete Infrastruktur, Nebenverkehrswege; geringes Personenrisiko
Hoch (Auswirkungen auf die gesamte Verbauung – Serienversagen)	CC3	CC3	CC3
Mittel	CC3	CC3	CC2
Gering (nur lokale Auswirkungen, keine Auswirkung auf das Versagen weiterer Bauwerke)	CC3	CC2	CC1
Die Schadensfolgeklassen sind nach ÖNORM EN 1990 wie folgt definiert: Schadensfolgekategorie CC3: hohe Folgen für Menschenleben oder sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen. Schadensfolgekategorie CC2: mittlere Folgen für Menschenleben und beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen. Schadensfolgekategorie CC1: niedere Folgen für Menschenleben und keine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen.			

Tab. 1: Zusammenhang zwischen den Auswirkungen auf das Verbauungssystem und die geschützten Bereiche bei Versagen eines Bauwerkes und den Schadensfolgeklassen nach ÖNORM EN 1990. gelb/hellgelb: Bauwerke sind Schlüsselbauwerke

Table 1: Relation between a group of structures and the area to be protected regarding the failure consequences due to the breakdown of one structure of a group (based on ÖNORM EN 1990, yellow/bright yellow cells represents a key structure.

2.2. Operative Instrumente

Die operativen Elemente stellen die Basis der Inspektion dar. Im Zuge dieser Instrumente werden die Bauwerke besichtigt und Daten für den weiteren Entscheidungsprozess gesammelt.

2.2.1. Erstaufnahme

Um eine regelmäßige Überwachung von Bauwerken durchführen zu können müssen zuerst alle Schutzbauwerke eines Gebietes erfasst werden. Dies geschieht im Zuge der Erstaufnahme. Sie ist an noch nicht erfassten Schutzbauwerken und neu errichteten Bauwerken durchzuführen. Es ist pro Bauwerk ein Bestandsblatt (Kapitel 2.3.3) anzulegen und das Bauwerk lagegenau in den Bauwerkskataster (Kartengrundlage) einzutragen.

Die Beurteilung des Zustandes bei der Erstaufnahme einer bestehenden Sperre benötigt das Anlegen eines K-Protokolls (Kapitel 2.3.5). Bei Neubauten ist das K-Protokoll spätestens bei der ersten Kontrolle vor Ende der Gewährleistungsfrist auszufüllen.

2.2.2. Laufende Überwachung

Die laufende Überwachung (LÜ) dient zur Feststellung der Gebrauchstauglichkeit (Funktionsfähigkeit) der Sperrbauwerke. Sie erstreckt sich auf die Feststellung von Schäden, die bei Besichtigung äußerlich erkennbar sind.

Zuständig für die Durchführung sind die Rechtsinhaber (Inhaber des Wasserrechtes/Berechtigte an den Schutzbauwerken) bzw. die Interessenten an öffentlich geförderten Schutzbauwerken (Gemeinden, Wassergenossenschaften, andere). Die Begehungen sind durch geschultes, forsttechnisches Personal (Gemeindewaldaufseher, Wildbachaufseher) durchzuführen.

Die laufende Überwachung von Schlüs-

selbauwerken ist jährlich durchzuführen. Für Standardbauwerke können größere Intervalle (maximal 5 Jahre) festgelegt werden.

Die aus den Bauwerkskategorien abgeleiteten Begehungsprogramme (Überwachungsintervalle für Standard- und Schlüsselbauwerke) sind vor den Begehungen mit der zuständigen Dienststelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (gemäß § 102 ForstG 1975 idGF.) festzulegen. Die Vereinbarungen sind schriftlich festzuhalten, die Standard- und Schlüsselbauwerke eindeutig unterscheidbar kartografisch festzuhalten. Werden an einem Bauwerk Schäden festgestellt, ist das LÜ-Protokoll (Kapitel 2.3.4) auszufüllen und an den Erhaltungsverpflichteten zu übermitteln. Für augenscheinlich unbeschädigte Bauwerke ist lediglich eine schriftliche Mitteilung der durchgeführten Besichtigung an den Erhaltungsverpflichteten sowie an die zuständige Dienststelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung zu übersenden (LÜ-Durchführungsmeldung).

Im Sinne der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit sollen diese laufenden Überwachungen im Rahmen der jährlichen Begehungen der Wildbäche durch die Gemeinde erfolgen (§101. (6) Forstgesetz 1975).

Geht aus dem LÜ-Protokoll der Verdacht auf eine Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit) und Funktionssicherheit des Bauwerkes hervor, ist eine Kontrolle (Sonderkontrolle) des entsprechenden Bauwerkes zu veranlassen.

2.2.3. Kontrolle

Die Kontrolle (K) des Bauwerkes hat die Erhebung des Erhaltungszustandes des Schutzbauwerkes zum Inhalt. Es muss der Erhaltungszustand und in Folge die Funktionstüchtigkeit des Bauwerkes durch Augenschein erhoben werden.

Zuständig für die Durchführung sind die Rechtsinhaber (Inhaber des Wasserrechtes/Berechtigte an den Schutzbauwerken) bzw. die Interessenten an öffentlich geförderten Schutzbauwerken (Gemeinden, Wassergenossenschaften, andere) im Einvernehmen mit der zuständigen Dienststelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (gemäß § 102 ForstG 1975 idgF.) für Schutzbauwerke, die in deren Betreuungsbereich liegen. Die Begehungen sind von einem sachkundigen Experten (Wildbach- und Lawinenverbauung) oder entsprechend geschultem und erfahrenem Fachpersonal (z.B.: Wildbachaufseher) durchzuführen.

Die Kontrolle von Schlüsselbauwerken hat in Zeitabständen von höchstens fünf Jahren zu erfolgen, für Standardbauwerke sind höhere Kontrollabstände zulässig. Werden Mängel festgestellt, so ist die Kontrolle des Bauzustandes des Objektes auch in kürzeren Zeitabständen zu betrauen.

Die erste Kontrolle neu errichteter Bauwerke muss rechtzeitig vor Ablauf der Gewährleistungsfrist (jedenfalls innerhalb der ersten drei Jahre nach Bauende) durchgeführt werden.

Sollte eine laufende Überwachung und eine Kontrolle im gleichen Jahr durchzuführen sein, so ersetzt die Kontrolle die laufende Überwachung.

Das Ergebnis einer Kontrolle ist ein ausgefülltes K-Protokoll, eine Zustandsbewertung und eine Liste mit zu setzenden Maßnahmen.

Nach außergewöhnlichen Ereignissen (Hochwasser, Lawinen, Massenbewegungen, Unfällen) ist jedenfalls eine Sonderkontrolle (SK) durchzuführen. Bei einer Sonderkontrolle ist ein K-Protokoll auszufüllen.

Eine Kontrolle muss auch immer dann vorgenommen werden, wenn im Zuge von Bauarbeiten normalerweise schwer zugängliche Stellen erreichbar werden (z.B. durch Öffnen von Schie-

bern, Rechen, Dosierkammern etc.).

Sollte ein Messprogramm für ein Bauwerk (Verbauungssystem) eingerichtet sein (geotechnisch, geodätisch, Rissbreiten etc), müssen die Messergebnisse für die Beurteilung herangezogen werden.

Wenn eine Kontrolltätigkeit die klare Bewertung der Schäden nicht zulässt, ist eine Prüfung zu veranlassen.

2.2.4. Prüfung

Die Prüfung (P) hat einen näheren Aufschluss über den Erhaltungszustand eines Schutzbauwerkes zu geben. Der Erhaltungszustand muss in dieser Phase nach einschlägigen Richtlinien erhoben, dokumentiert und bewertet werden.

Eine Prüfung ist an allen Schlüsselbauwerken, die bei einer Kontrolle nicht eindeutig beurteilt werden können, durchzuführen. Die Festlegung einer Prüfung erfolgt nach Auftrag einer Dienststelle des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (gemäß § 102 ForstG 1975 idgF.) bzw. nach Anordnung der zuständigen Behörde oder auf Verlangen der Rechtsinhaber (Inhaber des Wasserrechtes/Berechtigte an den Schutzbauwerken) bzw. der Interessenten an öffentlich geförderten Schutzbauwerken (Gemeinden, Wassergenossenschaften, andere).

Zum Unterschied zur Kontrolle muss mit der Durchführung der Prüfung ein sachkundiger (befugter und befähigter) Experte (Expertengruppe, die die erforderlichen Fachgebiete umfasst) beauftragt werden. Die Prüfung sollte nach Möglichkeit interdisziplinär erfolgen. Es ist sowohl das Bauwerk selbst als auch das Verbauungssystem zu beurteilen. Die beurteilenden Experten haben langjährige und einschlägige Erfahrungen in der Planung, Bemessung, Sanierung und Zustandsbeurteilung nachzuweisen.

Falls im Zuge der Prüfung Schäden fest-

gestellt oder durch äußere Anzeichen vermutet werden, deren Ausmaß mit den üblichen einfachen Prüfgeräten und Werkzeugen nicht ausreichend genau ermittelt oder deren Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Sperren nicht verlässlich abgeschätzt werden kann, sind auf Verlangen des Prüfers zur Beurteilung dieser Schäden besondere Prüfmethode anzuwenden oder ist die statische Nachrechnung zur Feststellung der derzeitigen Funktionsfähigkeit zu veranlassen.

Sollte ein Messprogramm für die Sperre eingerichtet sein (geotechnisch, geodätisch, Rissbreiten etc), so müssen die Messergebnisse für die Beurteilung herangezogen werden.

Aus der Bauwerksprüfung hat ein vom Prüfer verfasstes Protokoll (Befund) hervorzugehen, das auf die in Kapitel 2.3.6 angeführten Inhalte einzugehen hat.

Für besondere Bauteile, wie beispielsweise Anker oder mechanische Klappen, können gesonderte Prüfintervalle festgelegt werden.

Daten der Prüfung müssen in den digitalen Wildbach- und Lawinenkataster (Bauwerkskataster) eingetragen werden.

2.3. Instrumente der Dokumentation

2.3.1. Kartengrundlagen

Die Grundlage der Inspektion stellt der Wildbach- und Lawinenkataster dar. Aufbauend auf den Wildbachkataster ist ein Bauwerkskataster zu erstellen. In ihm sollen die Wirkungsbeziehungen der Einzelbauwerke und der Verbauungssysteme

ersichtlich sein.

Er hat als Grundlage der Inspektion die lagerichtig (parzellenscharf) eingezeichneten Bauwerke mit Bauwerksnummer laut Bestandsblatt zu enthalten. Schlüsselbauwerke und Standardbauwerke

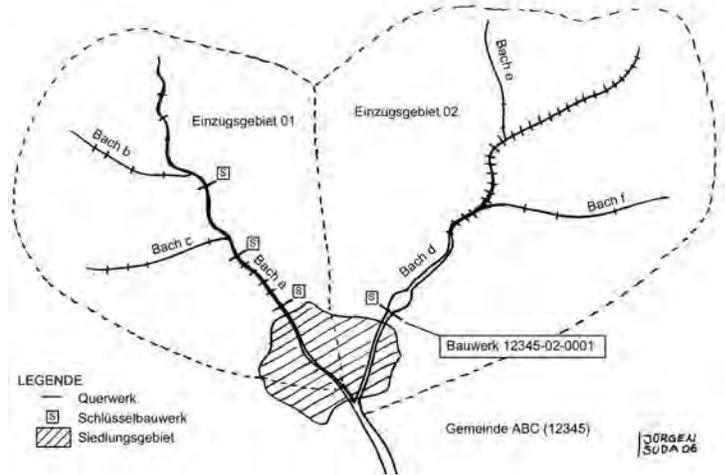


Abb. 3: Beispiel für die Darstellung der Einzugsgebiete und möglicher Bauwerkskategorien

Fig. 3: Typical catchment area showing creek- and barrier categories

müssen durch Farbcode oder unterschiedliche Symbole unterscheidbar dargestellt sein.

2.3.2. Inspektionsvereinbarung

Diese Vereinbarung ist von fach- und ortskundigen Experten (z.B.: Experten der WLV) in Zusammenarbeit mit Vertretern der begünstigten Gemeinden und Genossenschaften zu erstellen. Sie dient dem Zweck, die Entscheidungen bezüglich der Kategorien und der Begehungsprogramme niederzuschreiben und nachvollziehbar zu machen. Dazu hat sie die Festlegung des Begehungsprogramms basierend auf den Bauwerkskategorien und die Begründung der Einteilung der Bauwerke in Standard- und Schlüsselbauwerke zu enthalten.

2.3.3. Bestandsblatt

Im Bestandsblatt (angelegt bei der Erstaufnahme) sind die technischen Basisdaten eines Schutzbauwerkes enthalten. Es ist ein allein stehendes, von der Bauwerkszustandserfassung unabhängiges Dokument und ein Basiselement des Bauwerkskatalogs. Werden im Zuge des Lebenszyklus eines Bauwerkes Sanierungsmaßnahmen gesetzt, welche die Geometrie, Funktion, Konstruktion oder das statische System verändern, ist ein zweites Bestandsblatt mit gleicher Bauwerksnummer anzulegen.

Wenn es sich um ein Schlüsselbauwerk handelt, muss dies aus dem Bestandsblatt eindeutig hervorgehen.

Für zukünftige Planungen und statistische Auswertungen soll das Bauwerk nach ONR 24800 [6] in allen Kategorien klassifiziert werden. Das Bestandsblatt ist von Experten auszufüllen.

2.3.4. LÜ-Protokoll und Durchführungsmeldung

Das LÜ-Protokoll soll einerseits als Leitfaden für die Besichtigung der Bauwerke auf Beeinträchtigungen und gleichzeitig als Schadensmeldung für augenscheinlich mangelhafte Bauwerke dienen. Es wird in der Regel von geschultem Personal verwendet. Die Durchführungsmeldung gilt als rechtsverbindlicher Nachweis, dass die Bauwerke laut Inspektionsvereinbarung überwacht worden sind.

2.3.5. K-Protokoll

Das K-Protokoll weist eine komplexere Struktur auf und ist als Entscheidungshilfe und Dokumentation für Experten gedacht. Das K-Protokoll muss eine standardisierte Zustandsbewertung enthalten. Ferner müssen vor Ort besprochene durchzuführende Maßnahmen im Protokoll festhaltbar sein.

2.3.6. P-Protokoll

Für das Prüfprotokoll (P-Protokoll) ist kein standardisiertes Formular vorgesehen. Es soll unter anderem folgende Punkte enthalten:

- Grund der Prüfung
- Prüfmethode (Begründung der gewählten Methode)
- Erstellte und beauftragte Gutachten (geotechnische & statische Gutachten, ...) müssen beigelegt werden
- Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit des Objektes im bisherigen Umfang
- erforderliche Maßnahmen aus Gründen der Sicherheit (Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit) mit Terminangabe zu deren Einleitung
- erforderliche Maßnahmen aus Gründen der Dauerhaftigkeit mit Terminangabe zu deren Einleitung
- zusätzlich empfohlene Maßnahmen
- besondere Prüfanweisung für die Kontrolle
- durchzuführende Sonderprüfungen
- Jahr der nächsten Prüfung
- Zustandsklasse zum Zeitpunkt der Prüfung und erwartete Zustandsklasse nach Durchführung der vorgeschriebenen Maßnahmen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

2.3.7. Bauwerksdatenbank

Die Bauwerksdatenbank soll Teil des Bauwerkskatalogs sein (GIS-System). In ihr sollen alle relevanten Daten aus den Protokollen gespeichert sein. Dabei erscheint es sinnvoll die Bauwerke mit deren Bauwerksnummer mit dem Katalog zu verlinken. Daran schließt das Bestandsblatt an. An das Bestandsblatt werden sämtliche Protokolle angehängt.

2.4. Bewertungsinstrumente (Zustandsbewertung)

2.4.1. Zustandsstufen

Das Ziel der Zustandsbewertung ist es, das Bauwerk in eine der sieben Zustandsstufen einzuordnen (Tab. 22). Je niedriger die Zustandsstufe, desto besser der Bauwerkszustand. Aus diesen Zustandsstufen werden die Sanierungsmaßnahmen und deren Dringlichkeit abgeleitet. Da die Dringlichkeit der Maßnahmen von der Wertigkeit des Bauwerkes abhängt, gibt es eigene Klassen für Standardbauwerke und Schlüsselbauwerke. Einige Beispiele sind in Abb. 4 dargestellt.

Zustandsstufen			
für Standardbauwerke		für Schlüsselbauwerke	
0	Bauwerk ist entbehrlich	-	-
1	sehr guter Erhaltungszustand	S1	sehr guter Erhaltungszustand
2	guter Erhaltungszustand	S2	guter Erhaltungszustand
3	ausreichender Erhaltungszustand	S3	ausreichender Erhaltungszustand
4	mangelhafter Erhaltungszustand	S4	mangelhafter Erhaltungszustand
5	schlechter Erhaltungszustand	S5	schlechter Erhaltungszustand
6	Zerstörung (Totalschaden)	S6	Zerstörung (Totalschaden)

Tab. 2: Zustandsstufen von Schutzbauwerken

Table 2: Condition levels of protection systems

2.4.2. Bewertungsraster

Mit dem Bewertungsraster wird der Zusammenhang zwischen den erhobenen Schäden oder Beeinträchtigungen und der Zustandsstufe hergestellt. Ein standardisierter Raster erscheint notwendig, um die Einteilung möglichst objektiv und nachvollziehbar zu gestalten. Der Bewertungsraster befindet sich zurzeit in Ausarbeitung. In ihm sollen die Lage des Schadens (Abb. 5), dessen Schwere und Relevanz, die Funktionstüchtigkeit und das Sanierungserfordernis berücksichtigt werden. Es erscheint sinnvoll, je nach Typ des Bau-

werkes (Beton/Stahlbeton, Stein-, Holzsperrle) eigene Bewertungsraster auszuarbeiten.

Die Grundlage der Zustandserfassung bildet die Aufnahme von Schäden und Mängeln am Bauwerk im Zuge einer Inspektion. Die Schäden lassen sich in jene, die zu einer Verringerung der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit oder der Dauerhaftigkeit führen, einteilen.

Die **Tragfähigkeit** beschreibt die Standsicherheit des Bauwerkes. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit sind die Gewährleistung der äußeren und der inneren Standsicherheit des Bauwerkes. Dabei ist im Rahmen des Sicherheitsnachweises (Bemessungskriterium) nachzuweisen, dass

die Bemessungswerte der aufnehmbaren Beanspruchungen (Bauteilwiderstände) größer als die Bemessungswerte der Einwirkungen sind. In einem Bemessungswert ist ein Sicherheitsfaktor enthalten, der die rechnerischen Widerstände reduziert und die Einwirkungen erhöht. Die Standsicherheit ist

erfüllt, wenn der Grenzwert inkl. des Sicherheitszuschlages nicht überschritten wird.

Die **Gebrauchstauglichkeit** beschreibt die Eignung eines Bauwerkes im Hinblick auf seinen bestimmungsgemäßen Verwendungszweck, die auf subjektiven (nicht objektiv feststellbaren) Gebrauchseigenschaften beruht. Es ist der Nachweis zu führen, dass das Bauwerk die Anforderungen an den Nutzen, das Aussehen und seine Funktion erfüllt. Bei Schutzbauwerken wird zwischen der inneren und äußeren Gebrauchstauglichkeit unterschieden.

Die äußere Gebrauchstauglichkeit beschreibt die Schutzwirkung (Wirkungsgrad) der Anlage. Diese besteht in der Einwirkung der Maßnahmen auf den Prozessablauf, in der Reduktion der Ereignisdisposition und der Reduktion der Schadenswirkung. Maßgeblich für die Gebrauchstauglichkeit einer Schutzanlage sind der Bauwerkszustand und die Funktionsfähigkeit aller Bauwerksteile (Organe) sowie die Wirkung im Verband des Schutzsystems. Weiters ist die Einwirkung von Extremereignissen maßgeblich.

Davon zu unterscheiden ist die Gebrauchstauglichkeit des Baukörpers (innere Gebrauchstauglichkeit). Dazu gehören Vorschriften und Nachweise, welche die Verformungen, Span-

nungen, Rissbreiten und Schwingungen von Bauwerken unter einer akzeptierten Grenze halten.

Als **Dauerhaftigkeit** wird allgemein die Anforderung an das Tragwerk bzw. einzelne Bauteile bezeichnet, über den geplanten Nutzungszeitraum die Tragfähigkeit und die Gebrauchseigenschaften sicherzustellen. Sie dürfen sich während der gesamten vorgesehenen Nutzungsdauer nicht unzulässig verändern, so dass sie stets gegenüber allen Einwirkungen inkl. jener von Extremereignissen ausreichend widerstandsfähig sind.

Aufgrund der Prozessorientierung dieser Bauwerke sind die ersten beiden Versagensarten als gleichwertig anzusehen. Weist ein Bauwerk erhebliche Risse aus

einer Überlast oder einem hydraulischen Grundbruch auf, liegt eine Tragfähigkeitsverringerung vor. Das Bauwerk wird wahrscheinlich in die Zustandsstufe 4 oder 5 eingeteilt. Ist hingegen die Abflusssektion verklaust und ein zukünftiges Hochwasser kann nicht mehr planmäßig abgeführt werden, liegt eine ebenso schwerwiegende Beeinträchtigung des Bauwerkes vor, da es nicht mehr in der Lage ist, seine Funktion zu erfüllen, obwohl die Tragfähigkeit zu diesem Zeitpunkt noch völlig in Ordnung ist. Die zu treffenden Maßnahmen werden



Abb. 4: Beispiele für Sperrenzustände: (A) Zustandsstufe 1 neuwertig (Stahlbeton, 2004); (B) Zustandsstufe 2 (Stahlbeton, 1971; Schäden: Risse im Sperrenkörper, Bewehrungskorrosion); (C) Zustandsstufe 5 (Beton/Mauerwerk, 1959; Schäden: Gefüegerstörung, Abplatzung der Mauersteine, Durchsickerung des Sperrenkörpers); (D) Zustandsstufe 6, Totalschaden (Zementmauerwerk; 1932; Schäden: Erosion des Sperrenkörpers, Verdrehungen, Verkantungen)

Fig. 4: Examples of structure conditions: (A) condition level 1, new building (reinforced concrete, 2004); (B) condition level 2, (reinforced concrete, 1971; damages: cracks in the dambody, corrosion of reinforcement); (C) condition level 5, (concrete/stonework, 1959; damages: microstructure damage, spalling of stones; percolation of dambody); (D) condition level 6, destruction (stonework, 1932; erosion of dambody; rotations and misalignment)

allerdings andere sein.

Um diese Schäden in ausreichendem Ausmaß beurteilen zu können, ist es notwendig, zum Begriff Bauwerk die wasser- und luftseitigen Bachbereiche mit einzubeziehen. Das wasser- und luftseitige Vorfeld haben wesentlichen Einfluss auf die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes. Zusammen mit dem eigentlichen

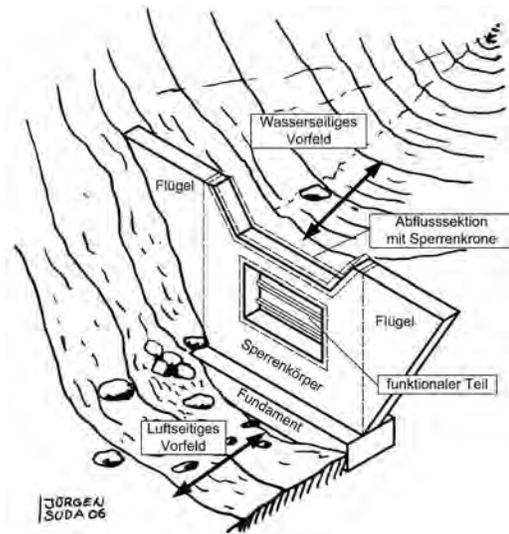


Abb. 5: Anlagenteile eines Schutzbauwerkes

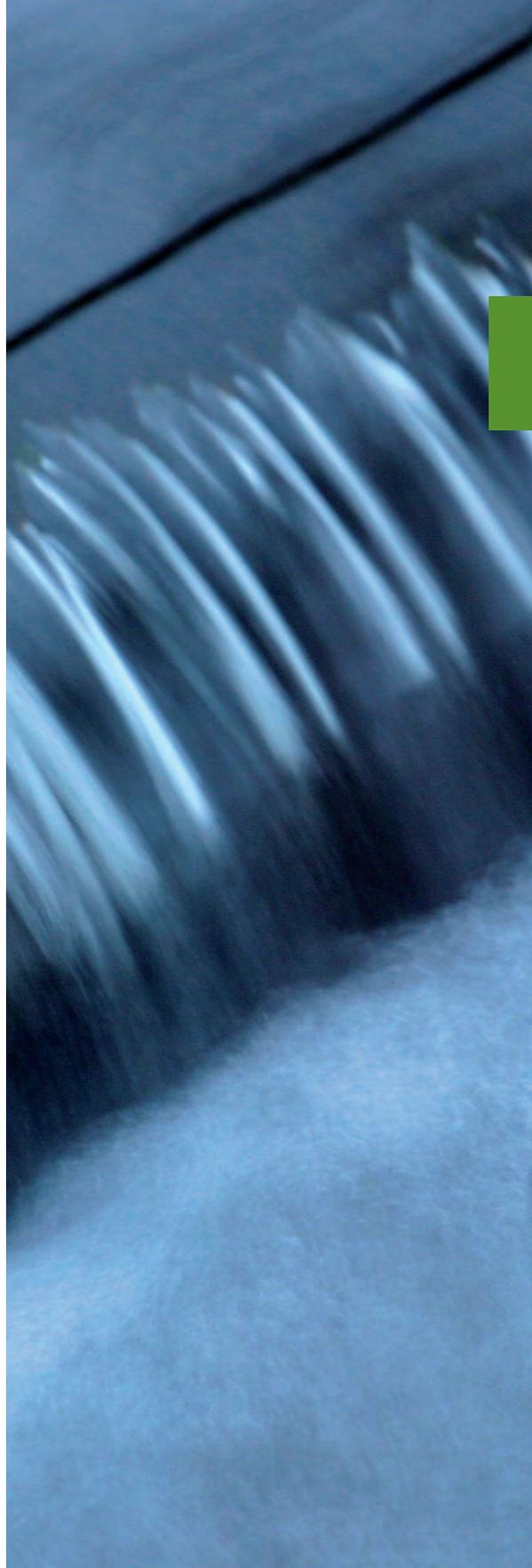
Fig. 5: Components of a protection structure

Bauwerk bilden diese Bereiche eine Anlage (Abb. 5).

3. Maßnahmen

Die unter dem Begriff Sanierungsmaßnahmen summierten Tätigkeiten lassen sich je nach Art und Umfang der Tätigkeit in den Bauwerksunterhalt, die Erneuerung und die Veränderung einteilen. Die Dringlichkeit der Maßnahme in Abhängigkeit der Zustandsstufe legt ein Maßnahmenraster fest.

3.1. Maßnahmenraster



Der Maßnahmenraster beschreibt den Zusammenhang zwischen der Zustandsstufe und der Dringlichkeit der Sanierungsmaßnahmen. Er gibt Mindeststandards an. Der Maßnahmenraster hängt von der gewählten Erhaltungsstrategie (siehe Kapitel 4) ab. Die Erhaltungsstrategien obliegen dem Betreiber der Schutzanlagen und werden sich

nach der Anzahl der zu prüfenden Objekte, der Sensibilität von Einzugsgebieten und den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln richten. Es darf jedoch keines der Schlüsselbauwerke länger als 3 Jahre in der 4. Klasse (mangelhafter Erhaltungszustand) bzw. 1 Jahr in der 5. Klasse (schlechter Erhaltungszustand) verbleiben. Konsequenz: umge-

Zustandsstufen Standardbauwerke	Maßnahmen
0 Bauwerk ist entbehrlich	kontrollierter Verfall, Abbruch, Teilabbruch
1 sehr guter Erhaltungszustand	kein Handlungsbedarf
2 guter Erhaltungszustand	langfristiger Handlungsbedarf - bei Bedarf Instandsetzungsmaßnahmen
3 ausreichender Erhaltungszustand	mittelfristiger Handlungsbedarf - Ausarbeitung eines Sanierungsvorschlages und verpflichtende Überwachung nach größeren Ereignissen
4 mangelhafter Erhaltungszustand	kurzfristiger Handlungsbedarf - Ausarbeitung eines Sanierungsvorschlages und verdichtetes Inspektionsintervall (jährlich)
5 schlechter Erhaltungszustand	unverzögerlicher Handlungsbedarf - Sanierung, Erneuerung (innerhalb von zwei Jahren, während dieser Zeit jährliche Überwachung), sofortige Aufnahme in das Instandhaltungsprogramm und Sicherstellung der Finanzierung oder Feststellung der Entbehrlichkeit des Bauwerkes

Tab. 3: Maßnahmen in Abhängigkeit von der Zustandsstufe bei Standardbauwerken

Table 3: Measurements, depending on the condition level for standard-structures

Zustandsstufen Schlüsselbauwerke	Maßnahmen
S1 sehr guter Erhaltungszustand	kein Handlungsbedarf
S2 guter Erhaltungszustand	langfristiger Handlungsbedarf - bei Bedarf Instandsetzungsmaßnahmen
S3 ausreichender Erhaltungszustand	mittelfristiger Handlungsbedarf - Ausarbeitung eines Sanierungsvorschlages und verpflichtende Überwachung nach größeren Ereignissen
S4 mangelhafter Erhaltungszustand	kurzfristiger Handlungsbedarf - Sanierung, Erneuerung (innerhalb von drei Jahren, während dieser Zeit Überwachung alle 4 Monate) und sofortige Aufnahme in das Instandhaltungsprogramm und Sicherstellung der Finanzierung
S5 schlechter Erhaltungszustand	unverzögerlicher Handlungsbedarf - Sanierung, Erneuerung innerhalb eines Jahres und sofortige Aufnahme in das Instandhaltungsprogramm und Sicherstellung der Finanzierung

Tab. 4: Maßnahmen in Abhängigkeit der Zustandsstufe bei Schlüsselbauwerken

Table 4: Measurements, depending on the condition level for key-structures

hende Einleitung eines Sanierungsprogramms.

Standardbauwerke in der 5. Klasse sind unverzüglich in das Instandsetzungsprogramm aufzunehmen und die Finanzierung ist sicherzustellen oder es ist die Entbehrlichkeit des Bauwerkes festzustellen und dieses aufzulassen (abzutragen).

Anstelle der Maßnahmen nach Tab. 3 und Tab. 4 kann auch jederzeit eine Sanierung durchgeführt werden, oder eine Bauwerksprüfung mit Befundung (Standicherheit, Maßnahmen, ...) veranlasst werden.

3.2. Bauwerksunterhalt

Der Bauwerkserhalt kann weiters in die Wartung (Betrieblicher Unterhalt) und die Instandsetzung (Baulicher Unterhalt) unterteilt werden.

3.2.1. Wartung

Die Wartung von Schutzanlagen umfasst jene Maßnahmen, die die Zunahme des altersabhängigen Abnutzungsgrades verzögern. Er beinhaltet kleinere Maßnahmen, die zur Sicherung der Substanz und der Funktion erforderlich sind. Dazu gehört die Freihaltung der Gewässer und Abflusssektionen der Bauwerke von abflusshemmendem Bewuchs, absturzgefährdeten Bäumen und von Geschiebeablagerungen.

3.2.2. Instandsetzung

Als Instandsetzungen werden jene Maßnahmen bezeichnet, die die Funktionsfähigkeit einer Schutzanlage im Falle ihrer Beeinträchtigung oder Einschränkung, beispielsweise durch Schäden, Baumängel, Funktionsbeeinträchtigungen oder als Folge eines Extremereignisses wieder herstellen. Die Instandsetzung umfasst bauliche Maßnahmen kleineren Umfangs ohne nennenswerte Anhebung des Gebrauchswertes. Dazu gehören neben Maßnahmen an den Bauwerken selbst auch die Behebung kleinerer Uferanbrüche, die im Zusammenhang mit der Standsicherheit des Schutzbauwerkes zu sehen sind.

3.3. Veränderung

Die Veränderung einer Schutzanlage der Wildbachverbauung ist die strukturelle und/oder funktionale Modifikation. Die Veränderung kann in einer Erweiterung, einem Umbau oder einer Anpassung der Anlage bestehen. Beispielsweise spricht man von einer Erweiterung, wenn auf eine bestehende Konsolidierungssperre ein Dosierwerk aufgesetzt wird. Ein Umbau hingegen ist zum Beispiel, wenn aus einer Dosiersperre aufgrund des baulichen Verschleißens der Öffnungen eine reine Konsolidierungssperre gemacht wird. Unter einer Anpassung versteht man z.B. die Anpassung der Größe der Abflusssektion an geänderte hydrologische Verhältnisse.

3.4. Erneuerung

Die Erneuerung ist der „Ersatz von Bauwerksteilen oder eines ganzen Bauwerkes durch Abbruch und Neubau, wodurch der volle Gebrauchswert der Anlage wieder hergestellt wird“. ([7], 6f.) Das Vormauern eines gesamten Sperrenkörpers oder das neue Aufsetzen einer abgescherten Abflusssektion ohne in den Dimensionen etwas zu verändern zählt ebenfalls zu den Maßnahmen der Erneuerung und nicht der Veränderung.

4. Erhaltungsstrategien

Welche Maßnahmen in welchem Umfang und zu welchem Zeitpunkt gesetzt werden, hängt von der gewählten Erhaltungsstrategie ab. Versucht man Bauwerke konstant auf einer niederen Zustandsstufe zu erhalten, werden relativ oft kleinere bis mittlere Maßnahmen (Investitionen) zu tätigen sein. Der Vorteil dieser Strategie ist ein konstantes höheres Sicherheitsniveau des Bauwerkes. Beginnt man erst bei einer höheren Zustandsstufe

der Verschlechterungsrate nach der Erhaltungsmaßnahme $\Delta\alpha$.

Die **Instandsetzung** bzw. Erneuerung beeinflusst: (a) den Sicherheitsindex β , (b) den Zeitraum der wiederholten Erhaltungsmaßnahme t_p und (c) die Dauer der Erhaltungsmaßnahme t_{RD} . Diese Optimierungsansätze können auf einzelne Bauwerke aber auch auf Verbauungssysteme angewendet werden. Um eine realitätsnahe Kostenplanung durchführen zu können, müssen die Kosten der einzelnen Erhaltungsmaßnahmen bekannt sein. Weiters ist eine Anpassung der Degradationsfunktionen an den Bauwerkstyp, das Baumaterial und die einwirkende Prozessdynamik notwendig.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorangegangenen Ausführungen basieren auf den Regeln der ONR 24803 – Schutzbauwerke

der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung. In dieser Richtlinie wurde versucht, ein Monitoringsystem zu entwickeln, das einerseits ein akzeptables Sicherheitsniveau garantiert aber andererseits ökonomische Aspekte nicht außer Acht lässt.

Durch die Einteilung der Bauwerke in Bauwerkskategorien wurden Instrumente geschaffen, die es nachvollziehbar ermöglichen die Überwachungstätigkeiten auf die sicherheitstechnisch relevanten Bereiche zu konzentrieren. Die dreistufige Einteilung der Inspektion in die laufende Überwachung (LÜ), die Kontrolle (K) und die Prüfung (P) ermöglicht einen ökonomischen Einsatz der personellen und finanziellen Ressourcen. Die regelmäßig und flächendeckend durchzuführenden laufenden Überwachungen können von geschultem forsttechnischem Personal im Zuge der jährlichen Begehungen der Wildbäche durchgeführt werden. Die Kontrolle ist periodisch

Inspektionsart	Zeitraum	Zuständigkeit	Durchführung	Ergebnis
Laufende Überwachung (LÜ)	Schlüsselbauwerke: jährlich alle übrigen Bauwerke: mind. alle 5 Jahre	Rechtsinhaber (Wasserrecht) oder Interessenten an geförderten Schutzbauten	Forsttechnisches Personal	LÜ-Protokoll bei Beschädigung
Kontrolle (K)	Schlüsselbauwerke alle 5 Jahre oder Sonderkontrolle	Rechtsinhaber (Wasserrecht) oder Interessenten an geförderten Schutzbauten im Einvernehmen mit der zuständigen Dienststelle des FTD für WL	Experten, geschultes Fachpersonal	K-Protokoll
Prüfung (P)	bei Bedarf	Auftrag durch zuständige Dienststelle des FTD für WL	Experten (interdisziplinär)	P-Protokoll

Tab. 5: Übersicht über die im Zuge der Inspektion durchzuführenden Inspektionsarten

Table 5: Survey of the types of inspections to be applied during the inspection program

nur an Schlüsselbauwerken, allerdings von Experten, durchzuführen. Halten diese es für notwendig, kann eine Prüfung veranlasst werden. Einen Überblick über die Abläufe, die Zuständigkeiten und Zeitintervalle der Inspektion bietet Tab. 5.

Die Entwicklung standardisierter Protokolle (LÜ-, K-, P-Protokoll) im Zuge der Inspektionen erlauben den Vergleich der erhobenen Daten und die Ablage dieser in Datenbanken.

In den kommenden Monaten werden die Aufnahmeprotokolle und der Bewertungsraster entwickelt und in ausgewählten Einzugsgebieten praktisch getestet. Nach Abschluss der Arbeiten stehen dem Benutzer das ÖNORM-Regelwerk als technische Basis, ein Inspektionshandbuch mit genaueren Erläuterungen und ein Handbuch der Schäden an Schutzbauwerken der Wildbachverbauung mit einer standardisierten Schadensklassifizierung zur Verfügung.

6. Literatur

- [1] Schröder, M.; DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) (2005): Der Wartungsvertrag, Vertragsgestaltung der Inspektion - Wartung - Instandsetzung von baulichen Anlagen und Rechtsfolgen. 1. Auflage. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich
- [2] DIN 31051 – Grundlagen der Instandhaltung, Ausgabe 2003-06
- [3] RVS 13.71: Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten
- [4] ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung, voraussichtlicher Erscheinungstermin: Ende 2007
- [5] ÖNORM EN 1990 – Eurocode 0 – Grundlagen der Tragwerksbemessung, Ausgabe 2003-03-01, Österreichisches Normungsinstitut
- [6] ONR 24800 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Bestimmung und Klassifizierung, Voraussichtlicher Erscheinungstermin: Ende 2007
- [7] Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau. Aufgestellt: Bund/Länder-Fachausschuss Brücken- und Ingenieurbau (Hrsg.) (1997): Bauwerksprüfung nach DIN 1076 – Bedeutung, Organisation, Kosten – Dokumentation 1997, Seite 5-25
- [8] Kong, J. S. and Frangopol, D. M.; Evaluation of Expected Life-Cycle Maintenance Cost of Deteriorating Structures. J. Struct. Engrg., ASCE, 2003, 129, 682–691.

Autoren:

DDI Jürgen Suda, DI Dr. Alfred Strauss
 Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Bautechnik + Naturgefahren

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
 1190 Wien, Peter Jordan Straße 82
 juergen.suda@boku.ac.at
 alfred.strauss@boku.ac.at
 Tel: (+43-1)-47654/5250

DI Dr. Florian Rudolf-Miklau
 Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
 Umwelt und Wasserwirtschaft,
 Abteilung IV/5, Schutz vor Wildbächen und Lawinen;
 Bereich Technische Schutzmaßnahmen und Risikomanagement.
 1030 Wien, Marxergasse 2
 florian.rudolf-miklau@lebensministerium.at
 Tel.: (+43 1) 71 100 – 7333

DI Martin Jenni
 Wildbach und Lawinenverbauung, GBL Bludenz
 6700 Bludenz, Oberfeldweg 6
 martin.jenni@die-wildbach.at
 Tel: 0664/3747369

DI Thomas Perz
 Staatl. bef. u. beedeter Ingenieurkonsulent für
 Forst- und Holzwirtschaft, Wildbach- und Lawinenverbauung, Technisches Büro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
 2630 Ternitz, Franz Dinohobl Strasse 41
 perz.thomas@perzplan.at
 Tel: (+43 2630) 35105-0



STÖCKL & WALLNER KG

SAND- UND KIESWERK

5731 Hollersbach 46 - Gewerbegebiet West



Hoch-Tief-Bau-Imst Ges.m.b.H.

Grabenweg 64
6020 Innsbruck
Telefon 0512 / 41 515
Fax 0512 / 41 515 - 6059
e-mail: office.ibk@htb-imst.at

**DER SPEZIALIST UND VERLÄSSLICHE PARTNER
IM HOCHGEBIRGS- UND SPEZIALTIEFBAU**

www.htb-imst.at



 **Stahlhandel
Carl Steiner** CENB
R 03 15

A-5101 Bergheim, Handelszentrum 4
Tel.: 0662/46982-0, Fax: 0662/46982-709
E-mail: vk@sthb.at
www.sthb.at

**NE-Metalle / Baustahl / Bleche
Stabstahl / Formstahl / Flachprodukte**

BRUNO MAZZORANA

EF30foreward: Ein effizientes Hinweisinstrument zur Ermittlung der Zuverlässigkeit von Wasserschutzbauten – Einsatz im Rahmen eines integrierten Risikomanagements in alpinen Wildbacheinzugsgebieten

EF30foreward: An efficient indication instrument for the assessment of reliability of torrent control protection works in Alpine watersheds – A workable concept in the framework of integrated risk management.

Zusammenfassung:

Die Autonome Provinz Bozen, Südtirol, ist eine Alpenprovinz in der die Errichtung aktiver Schutzmaßnahmen im Wildbachverbauungssektor während des letzten Jahrhunderts entschieden vorangetrieben wurde. Dies trug wesentlich zur ökonomischen Entwicklung des Landes bei. Der Siedlungsdruck stieg, der Bau von Infrastrukturen ebenfalls. Die Intensivierung der Landwirtschaft folgte diesem Trend. Die Anforderungen an eine effiziente Schutzwirkung vor Naturgefahren sind hoch bei gleichzeitiger Verschärfung der Budgetrestriktionen.

Dies impliziert, dass dem Entscheidungsprozess über den Modus der Sicherstellung des Schutzgrades höchste Priorität beigemessen wird. Die Qualität der Entscheidungen hängt natürlich von der Qualität und Quantität der Information über Intensität und Frequenz der Gefahr, Effizienz des Schutzsystems und über das vorgesehene Ausmaß (Relevanz) der Schadenswirkung ab. Diese Konzepte sind Bestandteil eines modernen Risikomanagements.

Das EF30foreward-Konzept versucht auf der Basis der vorliegenden oder mit absehbarem finanziellen Aufwand bzw. absehbaren Personalressourcen bereitzustellenden Da-

tengrundlagen dem Entscheidungsträger ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, um nachvollziehbar und objektiv Schwachstellen im Schutzsystem zu identifizieren und in einem zweiten Schritt in der Maßnahmenplanung zu priorisieren.

Die Betrachtung folgender Aspekte ist relevant:

1. das flächendeckende Gefahrenhinweisprinzip;
2. die strukturelle, funktionelle Effizienz der Einzelschutzbauwerke und der Verbauungssysteme;
3. der Hinweis auf die erwartete Schadenswirkung.

Diesen Aspekten wird im EF30foreward-Konzept voll Rechnung getragen, indem folgende Indikatoren entwickelt wurden:

ERI: Externer Relevanz-Indikator: stellt den Konnex her, zwischen der Relevanz der zu schützenden Objekte im Einzugsgebiet und dem betrachteten Schutzbauwerk;

ZFI: Zustand-Funktion-Indikator: gibt Aufschluss über den Zustand (Ausfallsprädisposition) und die funktionelle Effizienz des Bauwerkes hinsichtlich der Gefahrenreduktion;

BWI: Belastung-Wirkung-Indikator: identifiziert besondere Belastungssituationen im Einzugsgebiet, die zum „selektiven“ Ausfall der Schutzbauwerke führen können, und gibt Auskunft über den unmittelbaren Schadenswirkungsbereich. Dies kann z.B. eine Effizienzreduzierung des restlichen Verbauungssystems und/oder eine Zunahme der Gefahrenmomente für Objekte außerhalb des Gerinnes sein.

Diese drei Indikatoren werden zum Baumaßnahmenprioritätsindikator BPI zusammengefasst, der somit eine Priorisierung des Handlungsbedarfes ermöglicht. Folgende Abbildung zeigt den grundsätzlichen Ausbau des Systems. Die einzelnen Bausteine werden in den weiteren Ausführungen näher beleuchtet:

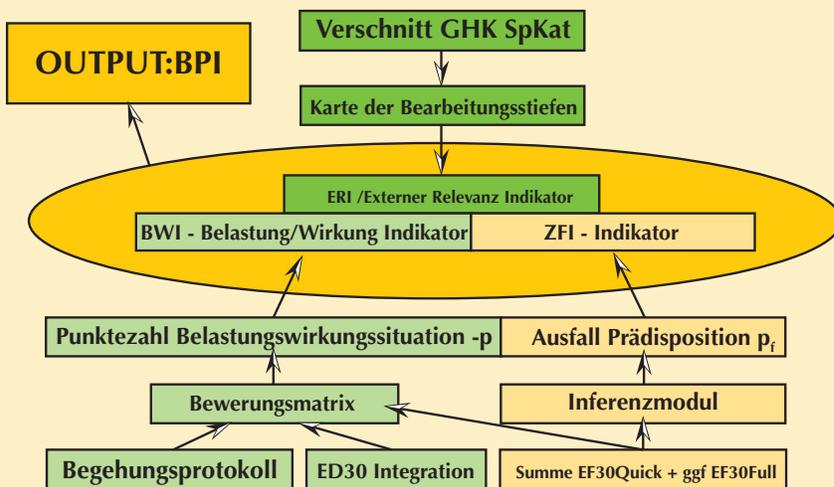


Abb. 1: Flussdiagramm und grundsätzlicher Aufbau des Systems

Fig.1: Workflow and general system architecture

In einer ersten Testphase muss dieses System „geeicht“ werden sowie den Erfahrungswert der Techniker im Wildbachverbauungssektor inkludieren.

Die Vorstellung des EF30foreward-Konzeptes lässt sich wie folgt skizzieren:

1. Instrumente und Datengrundlagen
2. Entwicklung der Indikatoren, Vernetzung der Information
3. mathematische Struktur der einzelnen Indikatoren
4. Abschließende Betrachtungen

Summary:

In this paper a new indication instrument for the assessment of reliability of torrent control protection works in Alpine watersheds is proposed. A set of compact indicators is proposed that allows ranking the relative importance of a consolidation or check dam. This facilitates decision making and the prioritization of the maintenance works.

- *ERI: Indicator of external relevancy: Connects the relevancy of the objects that have to be saved or protected and the importance of the considered protection measure; it's based on the hazard indication map and the map of potential damage categories;*
- *ZFI: Indicator of condition and functionality: Explains the condition – failure pre-disposition – of the considered protection measure and its functional efficiency with respect to hazard reduction; it's based on the survey forms for torrent control measure condition description EF30Full and E30Quick;*
- *BWI: Indicator of loading and effects: identifies particular loading configurations in certain torrent portions that could lead to selective failure processes of certain protection works. If this event takes place the near surroundings can be more easily endangered. It's based on the outcomes of the compiled field survey forms and indications coming from post event documentation.*

These three indicators can be combined in order to obtain a measure of overall relevancy of the considered protection work. This indicator is named BPI: Indicator of priority in torrent control.

Instrumente und Datengrundlagen

Die Abteilung Wasserschutzbauten verfügt im Hinblick auf die Kenntnis der Naturgefahrenphänomene über wichtige Datengrundlagen, die während der letzten EU-Projekte (IHR-Plattform, DISAlp, Flussraumagenda), der „fortlaufenden und historischen Ereignisdokumentation“ (Projekt ED30), der Bestandserfassung der eigenen Bauwerke – Bautenkataster (BK30) – erhoben worden sind. Diese Datengrundlagen besitzen die Homogenitätsvoraussetzungen, um gezielt für weitere Vorhaben verwendet zu werden (z.B. GZP – Gefahrenzonenplanung). Einige dieser Datengrundlagen haben den Vorzug des flächendeckenden Vorhandenseins und decken in ihrem Informationsgehalt die Gefahrenhinweisebene (GHK) ab, andere sind fast flächendeckend erhoben und liefern Rohinformation über den Zustand der Wasserschutzbauten (BK30), andere wiederum, verdichtet durch die Recherche historischer Ereignisse, decken bereits einen wichtigen Teil der rückwärts gerichteten Indikation ab (ED30 und ED30 History). Eine letzte Gruppe von Da-

Instrumente und Datengrundlagen:

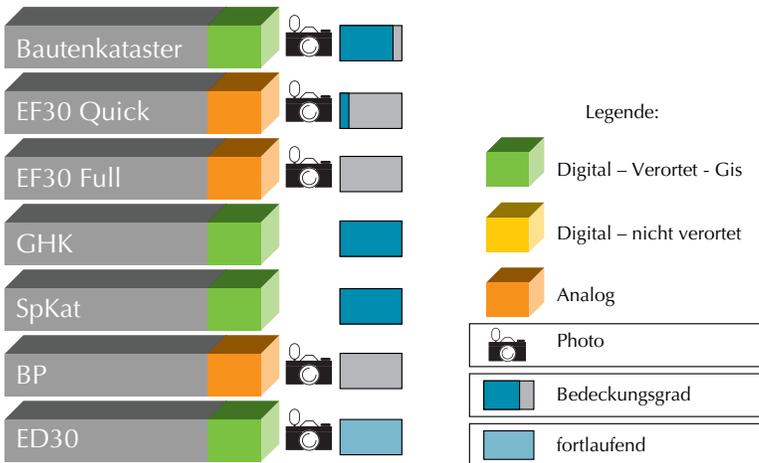


Abb. 2: Überblick über Datengrundlagen und Instrumente

Fig.2: Overview on available data sources and instruments

tengrundlagen, sprich eine Detailerhebung über den Bauwerkszustand (EF30Quick und EF30Full), steht lokal zur Verfügung. Abb. 2 verschafft zu diesem Thema einen Überblick.

Im Einzelnen können die Instrumente und Datengrundlagen wie folgt charakterisiert werden:

Bautenkataster der Abteilung 30 (BK30):

ist eine Geodatenbank, in der Informationen mehrschichtig zu den Bauwerken angelegt sind: a) Querwerke, b) Längswerke, c) Brücken. Zu jedem Bauwerk gibt es auch eine photographische Information, die in der Photodatenbank CUMULUS archiviert und mit der Geodatenbank verlinkt ist. Zu den verorteten Bauwerken liefert der Bautenkataster eine Rohinformation über den Bauwerkszustand in drei Güteklassen (+, ~, -), den Bauwerkstyp, einige geometrische Charakteristika und die Projektnummer. Neu errichtete Bauwerke werden sofort in den Bautenkataster eingetragen. Der Bautenkataster ist somit die Grundlage für weiterführende Recherchen zum Thema Bauwerkseffizienz.

Formulare zur Effizienzbewertung von

Wasserschutzbauten

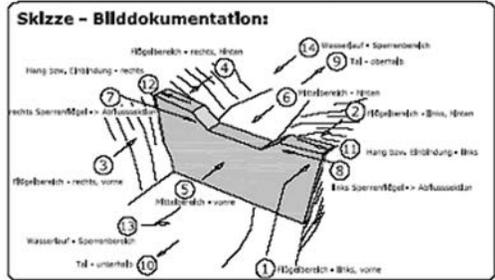
(EF30Quick und EF-

30Full):

Für die Bedürfnisse der Abteilung Wasserschutzbauten wurden in jüngster Zeit zwei Instrumente entwickelt, die im Zusammenspiel die wesentlichen Informationen im erwünschten Detail bereitstellen. Das Aufnahmeformular EF30Quick soll künftig flächendeckend zur Anwendung kommen. Dieses Instrument soll

mit relativ begrenztem Zeitaufwand eine Gesamtbewertung des Bauwerkes, die Ansprache der Funktionseffizienz und eine erste „grobe“ vorwärtsgerichtete Indikation zur „möglichen“ Entwicklung des Bauwerkzustandes ermöglichen. Die Erhebungen könnten teils mit abteilungsinternem, teils mit abteilungsexternem Fachpersonal durchgeführt werden. Das Screening der Bauwerke durch dieses Instrument liefert den Hinweis auf den Bedarf weiter reichender Analysen, insbesondere wenn das betrachtete Bauwerk klar als Schlüsselbauwerk einzustufen ist. Diese Detaillierungsebene wird durch den Einsatz der EF30Full-Formulare erreicht. Das Spektrum der Anwendungen soll über jenes der Hinweisebene hinausgehen und bereits den Planungsprozess betreffen. Im Idealfall sollten alle Schlüsselsperren mit diesem Formular erhoben werden. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen auszugsweise die Inhalte der EF30Full- bzw. Quick-Formulare.

1.1 Bilddokumentation - Allgemein:



1.2 Wichtige geometrische Daten:

Höhe der Sperre	$h =$ ___ m	<input type="checkbox"/>	MX:
Dicke der Sperre	$d =$ ___ m	<input type="checkbox"/>	
Breite der Abflusssektion	$b =$ ___ m	<input type="checkbox"/>	
Gesamtbreite	$L =$ ___ m	<input type="checkbox"/>	
Höhe + Winkel - Abflusssektion			
B:H rechts:	$B =$ ___ m	$H =$ ___ m	<input type="checkbox"/>
B:H links:	$B =$ ___ m	$H =$ ___ m	<input type="checkbox"/>

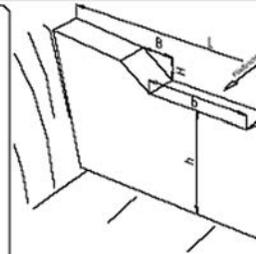


Abb. 4: Auszug aus den EF30Full-Formularen

Fig. 4: Extract from the EF30Full data survey forms



Abb. 3: Bestandserfassung durch den Bautenkataster

Fig. 3: Data survey and data storage in the protection measures database

Instrumente auf Gefahrenhinweisebene:

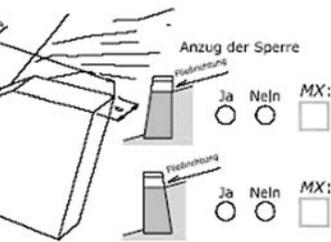
Die Abteilung Wasserschutzbauten verfügt derzeit über flächendeckende Datengrundlagen, welche im Rahmen des IHR-Projektes „generiert“ wurden. Die Gefahrenhinweiskarte weist auf die Lage (Perimeter, Umhüllende) möglicher Phänomene (z.B. Murgang, Übersarung) hin und gibt zusätzliche Auskunft auf geschieberelevante Flächen (Grunddisposition). Die unmittelbaren

MO-Beschreibung:

MO-Codierung (MX) soll eine Aussage über Genauigkeit bzw. den Wert der Angabe treffen.

Messwert, Feststellung
Annahme, Schätzung
noch zu erheben
nicht bestimmbar

M ... der Wert wurde gemessen



Ziele des Einsatzes dieser Datengrundlagen sind die Festlegung der Bearbeitungstiefen für die Gefahrenzonenplanung (im Verschnitt mit den Schadenspotenzialkategorien und der Einarbeitung des lokalen Fachwissens) und das Setzen von Prioritäten. Zu den weiteren Vorzügen gehört die Nachvollziehbarkeit der Methode. Weitere wichtige Informationen zum Thema sind im Merkblatt „Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren“ enthalten.

Projekt ED30 (Ereignisdokumentation der Abteilung 30): Die Gefahrenbeurteilung erfordert die Analyse von bereits eingetretenen und von potenziellen Ereignissen.

Die Wirkung früherer Ereignisse lässt sich anhand von Spuren im Gelände, den so genannten „stummen Zeugen“, oder aufgrund der Auswertung von vorhandenen Dokumenten und Aussagen zu bereits abgelaufenen Ereignissen abschätzen. Informationen über frühere Naturgefahrenereignisse werden in Ereigniskatastern systematisch und nachvollziehbar gesammelt und dokumentiert. Kernelemente des Er-

eigniskatasters sind Angaben zum Ereignistyp (Prozesstyp), zeitliche Angaben zum Ereignis, Angaben über den Wirkungsbereich und den Ablauf des Ereignisses, Angaben über Schäden, Verluste und sozioökonomische Folgewirkungen, Angaben zu den witterungsklimatischen Ursachen bzw. zu den Witterungsverhältnissen vor und während des Ereignisses und Angaben über den Verfasser des Berichts. Ereigniskataster beinhalten Fakten und schließen interpretierte Daten weitgehend aus.

Die Dokumentation von Überschwemmungs- und Murgangereignissen wird von der Abteilung Wasserschutzbauten durchgeführt und in der Datenbank ED30 verwaltet. Diese Datenbank enthält über 2000 Ereignisse und stellt damit eine wertvolle Grundlage für die Gefahrenbeurteilung dar. Die Abteilung Wasserschutzbauten stellt die in der Datenbank enthaltenen Daten der Gemeinde zur Verfügung. Die Datenbankstruktur und die Erhebungsformulare bilden die Vorlage für die Erhebung von historischen Ereignissen im Rahmen der Erstellung von Gefahrenzonenplänen. Für eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen an und Richtlinien für die Dokumentation von Überschwemmungs- und Murgangereignissen wird hier auf die Richtlinien zur Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten, die Richtlinien zur Dokumentation von historischen

EF30 - SPERRENEVALUIERUNG Quick-Version [®]																	
1. Allgemeines						2. Typ & Material											
Bechname		Datum				Ortskood		Buchst.									
Person(en)		Frij		Kode		CB											
200	Korrol sperre	204	Gem Mauerwerk	206	Dranschoberk	220	Ruckholop	224	Gem Mauerwerk	Sperreerbfisung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein							
201	Magerbeton	205	Zykl trocken			221	Magerbeton	225	Zykl trocken								
202	Lecht armert	209	Zyklp mit Beton			222	Lecht armert	226	Zyklp mit Beton	Oberste Sperre <input type="checkbox"/> Unterste Sperre <input type="checkbox"/>							
203	Stahlbeton	207	Holzmauerwerk			223	Stahlbeton	227	Holzmauerwerk								
3. Statik & Geometrie																	
Schwergew Mauer			Bakenperre			Eingepantte Plafe			Bogenperre			räumliches Tragozstem			Druck- u Zugzestheit		

Abb. 5: Auszug aus den EF30Quick-Formularen

Fig.5: Extract from the EF30Quick data survey forms

Überschwemmungs- und Murgangereignissen und die Standards für den Datenaustausch mit der Abteilung Wasserschutzbauten verwiesen.

BP-Begehungprotokoll: Es wird derzeit an die Entwicklung eines weiteren Instrumentes gedacht, welches kapillar die variable Disposition längs der Verbauungsstrecke ermittelt.

Indikatoren erfüllen den Zweck, Fehler, Störungen

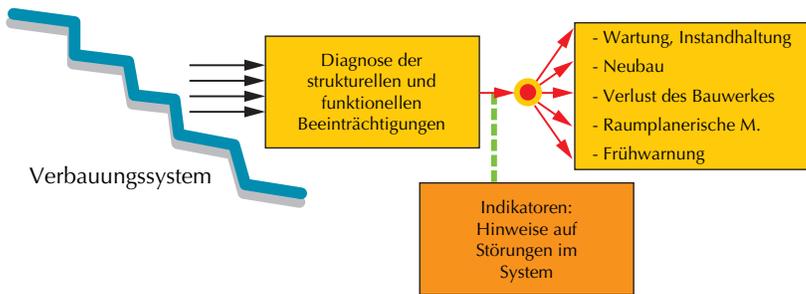


Abb. 6: Rolle der Indikatoren

Fig.6: Role of the indicators

oder Schäden im Verbauungssystem zu signalisieren oder unerwünschte System-Prozesszustände aufzuzeigen. Es folgt die Beschreibung der einzelnen Indikatoren, die konzipiert wurden:

1. Zustand-Funktion-Indikator ZFI:

Dieser Indikator verbindet, wie der Name verdeutlicht, Informationen über den Zustand des Bauwerkes und dessen ausgeübte Funktion (z.B. Konsolidierung, Geschieberückhalt, Geschiebesortierung). Die Datengrundlagen, welche diese Informationen bereitstellen, sind: a) BK30, b) EF30Quick, c) EF30Full. Der Zustand des Bauwerkes wird aufgrund der Eingangsdaten aus den genannten Formularen durch ein Inferenzmodul (neurales Netz) interpretiert. Dieses Modul liefert die Ausfall-Prädisposition des Bauwerkes. Das Prinzip, das hinter diesem Indikator steht, ist jenes der „hypothetischen relativen Bereitschaft“ ein Bauwerk zu opfern. Zum Beispiel: Sind eine Konsolidierungssperre und eine Geschiebesortier-

sperre in einem ähnlich schlechten Zustand, so ist aufgrund der Funktion einer Geschiebesortiersperre (Herabsetzung der Spitzenintensitäten der Extremereignisse) die Aufrechterhaltung der Funktionalität dieser Sperre gegenüber jener der Konsolidierungssperre vorzuziehen, dies um so mehr falls Budgetrestriktionen den Handlungsspielraum einschränken. Dieses Prinzip ist im Einklang

mit der Tatsache, dass nicht nur die strukturelle Effizienz, sondern auch die funktionelle Effizienz und der Blick auf die Systemeffizienz der gesamten Verbauung ins Gewicht fallen.

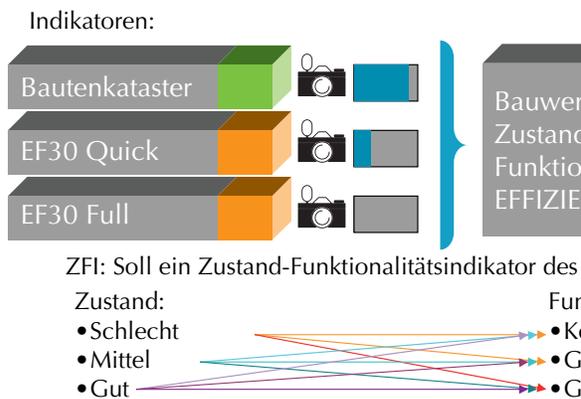


Abb. 7: Zustand-Funktion-Indikator ZFI

Fig.7: Condition – functionality indicator ZFI

2. Externer Relevanz-Indikator ERI:

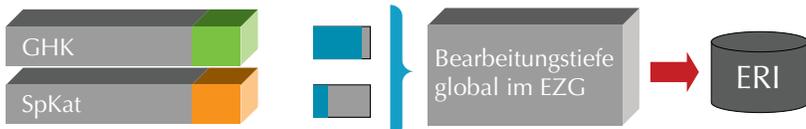
Dieser Indikator soll die Relevanz des betrachteten Bauwerks für die Objekte im Schadenswirkungsbereich aufzeigen. Zur Bestimmung dieses Indikators sind die flächendeckenden Datengrundlagen von zentraler Bedeutung, d.h. die Ge-

fahrenhinweiskarte GHK, die Karte der Schadenpotenzialkategorien SpKat und somit letztendlich die Karte der Bearbeitungstiefe. Natürlich sind nur jene Teile des Einzugsgebietes relevant, zu deren Schutz dieses Bauwerk beiträgt. Im übernächsten Kapitel wird dieser Indikator näher behandelt.

Geschiebeverfügbarkeit anstellen. (z.B.: seitlicher Mureintrag)

4. Synopsis zu den Indikatoren:

ZFI, ERI, BWI: Diese Indikatoren sollen auf nachvollziehbare Art und Weise, ausgehend von der Exploration des Zustandraumes und des Spek-



trums der Funktionalität der Bauwerke, unter Rücksichtnahme der Gefahrenhinweise einerseits und der Relevanz der Schadenswirkung andererseits,

Abb. 8: Externer Relevanz Indikator ERI

Fig.8: External relevance indicator ERI

3. Belastung-Wirkung-Indikator BWI:

Dieser Indikator spiegelt einerseits die variable Disposition im untersuchten Sperrenbereich wider und gibt andererseits Aufschluss über die möglichen Wirkungsmechanismen im Nahbereich des betrachteten Bauwerkes. Typische

eine begründete Bewertung des Bauwerkes ermöglichen.

5. Bündelung der Information:

In diesem Artikel wird ein Indikator vorgeschlagen, der BPI (Baumaßnahmenprioritätsindikator),



Bauwerkes sein z.B.:
ktion:
nsolidierung
eschieberückhalt
eschiebesortierung

BWI: Soll ein Belastung - Wirkungsindikator des Bauwerkes sein z.B.:

- | | |
|------------|------------------|
| Belastung: | Schadenswirkung: |
| • Groß | • punktuell |
| • Mittel | • lokal |
| • Klein | • erweitert |
- Belastungsfaktoren: lokale Geschiebeablagerungen im Bachbett, Rutschungen bzw. andere Geschiebeeinträge > Infos aus Bachbegehungsprotokoll
Schadenswirkung: **punktuell** > Ausfall der einzelnen Sperre und/oder kleine Schäden im Umfeld; **lokal** > Ausfall mehrerer Sperren und/oder mittlere Schäden im Umfeld; **erweitert** > große Schäden am Verbauungssystem und im erweiterten Umfeld

Abb. 9: Belastung Wirkung Indikator BWI

Fig.9: „loading – capacity“ indicator BWI

variable Belastungssituationen sind z.B.: akkumuliertes Schadh Holz im Bachbett und somit das Vorhandensein eines partialisierten Durchfußprofils oder gar einer Verklausung. Brechen nun diese temporären Barrieren, steigt die Belastung auf die Schutzbauwerke lokal stark an. Ähnliche Überlegungen kann man im Falle einer hohen lokalen

der auf der Basis der vorgestellten Indikatoren einen Dringlichkeitssensor für die künftige Maßnahmenplanung darstellen soll. Der Entscheidungsträger/Planer hat somit die Möglichkeit, im Kontext eines integralen Risikomanagements, die Entscheidungsfindung zu erleichtern. Der BPI soll keine Angaben über die Art des

technischen Eingriffs machen, sondern zur Prioritätenreihung im MAINTENANCEKONZEPT der Abteilung Wasserschutzbauten beitragen. Dieses Instrument soll natürlich im Zusammenspiel mit anderen Instrumenten wirken.

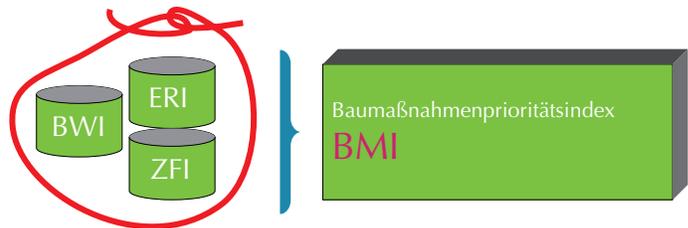


Abb. 10: Der Gesamtindikator BPI

Fig.10: Total prioritization indicator BPI

6. Gewichtung – Metrik der einzelnen Indikatoren:

Um den Gesamtindikator quantitativ erfassen zu können, bedarf es einer korrekten Metrik (Gewichtung) auf zweifacher Ebene: a) Gewichtung der Faktoren, die zur Definition jedes einzelnen Indikators (BWI, ERI, ZFI) beitragen. (z.B. Relevanz der Materialeigenschaften oder der Kolktiefe zur Bestimmung des ZFI) b) Gewichtung der einzelnen Indikatoren (BWI, ERI, ZFI) untereinander. Angedacht ist die Durchführung einer Expertenbefragung, um eine plausible Gewichtung vorzunehmen und somit die Metrik der einzelnen Indikatoren zu optimieren.

DIE INDIKATOREN IM EINZELNEN

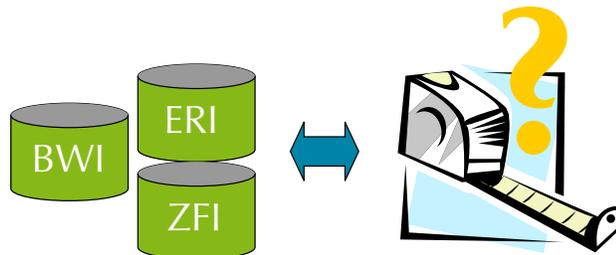


Abb. 11: Problem der Metrik

Fig.11: Problem of metrics

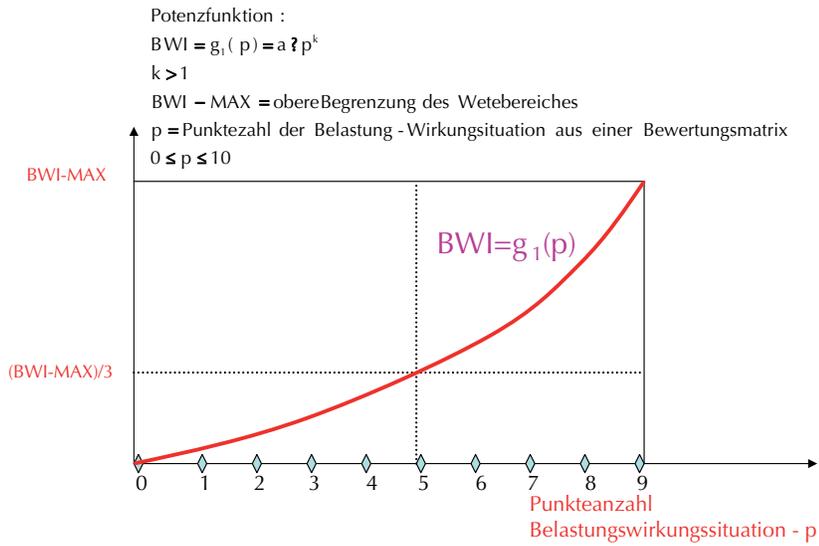


Abb. 12: Graphik des Indikators BWI

Fig.12: Graph of the indicator BWI

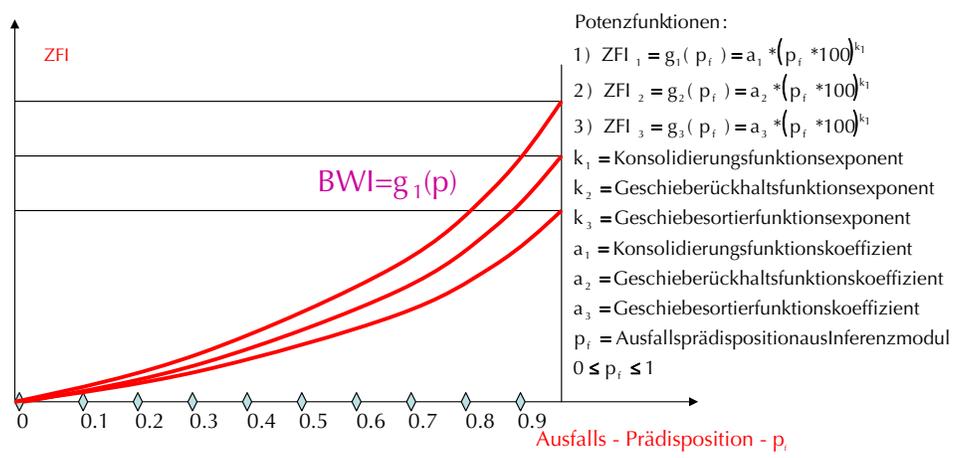


Abb. 13: Graphik des Indikators ZFI

Fig.13: Graph of the indicator ZFI

Indikator BPI:

$$ERI = b \sum_{i=1}^k \frac{(F_{B5000})_i}{d_i} + c \sum_{j=1}^m \frac{(F_{B10000})_j}{d_j}$$

F_{B5000} = Fläche Bearbeitungstiefe 1 : 5000

F_{B10000} = Fläche Bearbeitungstiefe 1 : 10000

b, c = Relative Gewichtungsfaktoren

d_i = Distanz der Mittelpunkte der einzelnen B5000 Flächen zum beobachteten Bauwerk

d_j = Distanz der Mittelpunkte der einzelnen B1000 Flächen zum beobachteten Bauwerk

k = Anzahl der Flächen mit Bearbeitungstiefe B5000

m = Anzahl der Flächen mit Bearbeitungstiefe B10000

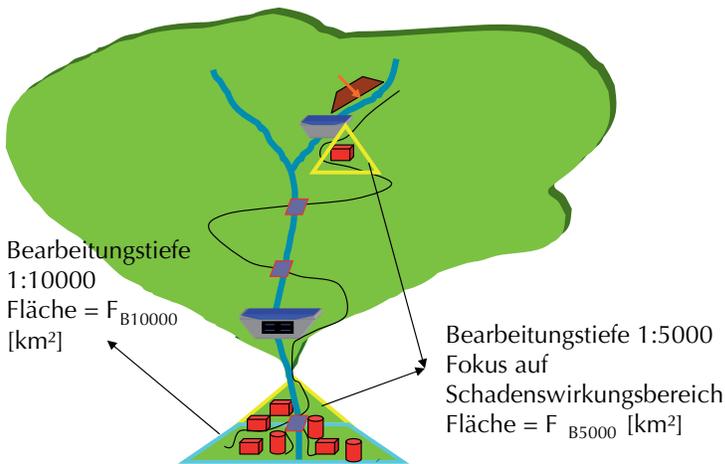


Abb. 14: Bezug für die Konstruktion des Indikators ERI

Fig.14: Construction of the indicator ERI

Man erhält den Gesamtindikator BPI, indem man den Wert des ZFI auf die x-Achse, den Wert des ERI auf die y-Achse und den Wert des BWI auf die z-Achse. Im Raum wird somit eindeutig ein Punkt identifiziert (siehe Abb. 15). Die Distanz vom Koordinatenursprung ist ein Maß für den Gesamtindikator BPI. Somit sind Bauwerke mit ungünstigeren Werten der drei Indikatoren im Raum am weitesten vom Koordinatenursprung entfernt. Dieser Indikator ermöglicht zumindest auf anschauliche Art und Weise:

- eine Aussage über die Effizienz des gesamten Verbauungssystems im Einzugsgebiet. Dies wäre nämlich durch die Disposition der Punkte im Raum zu erklären;
- einen Vergleich zwischen den Verbauungssystemen verschiedener Einzugsgebiete;
- eine strategische Suche nach möglichen Verbauungsmaßnahmen;

d. grundsätzlich das Monitoring der Bauwerkszustandssituation (Verschiebung der Punkte im Raum)

Abschließend sei dem Projektteam EF-30forward der Abteilung Wasserschutzbauten für die wertvolle Mitarbeit, dem Abteilungsleiter Dr.Pollinger und Dr.Staffler Hanspeter für die Scharfstellung der Zielsetzungen gedankt.

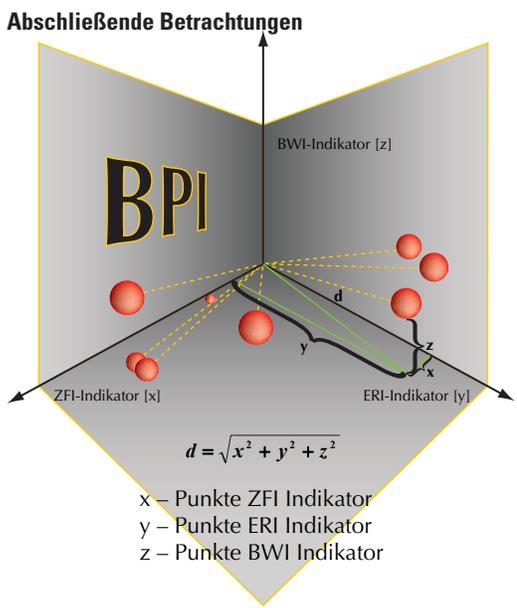


Abb. 15: Räumliche Darstellung des BPI
Fig.15: 3D visualization of the BPI indicator

Die Parameter, welche das Modell verwendet, müssen klarerweise justiert werden. Es ist vorgesehen eine gewisse Anzahl von sog. Modellsperren als „Lernreferenz“ des Systems von einem Expertenteam bewerten zu lassen.

Im vorliegenden Artikel wurde somit ein „lernfähiges“ Instrument entworfen, welches Signale aus den komplexen Sachverhalten der Natur verarbeiten kann und dem Entscheidungsträger zugänglich macht. Durch den Einsatz dieses Instruments dürfte der erzielte Schutzgrad unter den gegebenen Voraussetzungen der maximal mögliche sein, da die Instandhaltungsstrategie an Qualität gewinnt.

Literatur/ References

ARMANINI, A. (1994). "Lecture notes on river training." Università degli Studi di Trento, Italy (in Italian).

ARMANINI, A., AND BENEDETTI, G. (1996). "Sulla larghezza di apertura delle briglie a fessura." Proc., XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Vol. III, 13–24.

ARMANINI, A., DELLAGIACOMA, F., AND FERRARI, L. (1991). "From the check dam to development of functional check dams." Fluvial hydraulics of mountain regions. Lecture notes on earth sciences, Vol. 37, Springer, Berlin, 331–344.

ARMANINI, A. AND LARCHER, M. "Rational Criterion for Designing Opening of Slit-Check Dam." ASCE Journal of Hydraulic Engineering (February 2001) Vol. 127, Nr.2.

BASILE, P. A., AND DI SILVIO, G. (1994). "Interception and release of sediments by permeable check dams." Int. Workshop on Floods and Inundation related to Large Earth Movements, University of Trento, Italy, 17.

BENEDETTI, G. (1995). "Analisi teorica e sperimentale del funzionamento delle briglie aperte." Tesi di Laurea in Ingegneria Forestale, Università degli Studi di Trento, Italy (in Italian).

BORDA, J. C. (1779). "Mémoire sur l'écoulement des fluides par les orifices des vases." Histoire de l'Académie Royale des Sciences.

LARCHER, M. (1998). "Analisi sperimentale del processo di riempimento a monte di briglie a fessura in moto vario." Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Università degli Studi di Trento, Italy (in Italian).

MEYER-PETER AND MÜLLER, R. (1948). "Formulas for bed load transport." Proc., 2nd Congr. of the IAHR, 39–64.

MUZUYAMA, T. (1984). "Mechanism of the movement of grains and logs in debris flow." Interpretvent, 3, 189–196.

SIEBEN, A. (1997). "Modeling of hydraulics and morphology in mountain rivers." PhD thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.

SMART, G. (1984). "Sediment transport formula for steep channels." J.Hydr. Engrg., ASCE, 110(3), 267–276.

ÜBLAGGER, G. (1972). "Retendieren, Dosieren, und Sortieren, Kolloquium über Wildbachsperren." Mitt. der FBVA Wien, 102, 335–372.

ZOLLINGER, F. (1984). "Die verschiedenen Funktionen von Geschieberückhaltebauwerken." Interpretvent, 1, 147–160.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:
Dr. Bruno Mazzorana
Abteilung Wasserschutzbauten
Cesare Battisti Str. 23 / 39100 Bozen - Bolzano
Phd Student at University of Life Sciences BOKU Vienna

MARTIN JENNI, JOHANN KESSLER, ANDREAS REITERER

Erfahrungen bei der praktischen Durchführung der Zustandserfassung von Schutzbauwerken am Beispiel von verschiedenen Arbeitsfeldern der WLV in Vorarlberg

Experiences, concerning the implementation of the survey of the conditions of protective structures using different work sites of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control in Vorarlberg as examples

Zusammenfassung

Die laufende Überwachung, Kontrolle und Dokumentation von Schutzbauten des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung wurde in der Vergangenheit vielfach vernachlässigt. Die Anzahl von erforderlichen Bauwerkssanierungen nimmt laufend zu. In der Sektion Vorarlberg wurde deshalb eine Standardisierung der Erfassung des Bauwerkszustandes versucht. Anhand von praktischen Beispielen werden die erforderlichen Arbeitsschritte erläutert und erste Erfahrungen dargelegt.

Summary

The continually observation, inspection and documentation of the protection structures by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control in the past time has been neglected. The renovation of those protection structures keeps on going. The Department Vorarlberg started with the registration of the disrepairing construction structures. With concrete examples the work processes will be explained step by step, also the first experiences.

1. Einleitung

Seit über 100 Jahren werden in Vorarlberg mehr oder weniger systematisch Verbauungen in Wildbach-, Lawinen- und Erosionsgebieten erstellt.

Neben der WLV haben die ÖBB, Kraftwerksgesellschaften, Straßenverwaltungen, Liftgesellschaften und zahlreiche Private Schutzbauten errichtet.

Die WLV selbst arbeitete u. a. im Zuge der Rheinregulierung z. T. mit Kriegsgefangenen und mit eigenen Arbeitern.

Durch alle diese Investitionen in die Sicherheit vor Naturgefahren sind trotz stark gestiegener Bevölkerung und ständig steigender Sicherheitsansprüche die Schäden an Leib und Leben sowie Sachschäden in Vorarlberg relativ konstant. Mit einem derzeit jährlichen Maßnahmenvolumen von über 17 Mio. Euro kann davon ausge-

gangen werden, dass bereits Bauwerke um viele 100 Mio. Euro, die bis zu 100 Jahre alt sind, in unserer Bergwelt herumstehen und still und leise ihren Sicherheitsdienst versehen.

Bedenkt man die relativ geringen Aufwendungen, die derzeit in Sanierungen und Erneuerungen von Schutzbauwerken der WLV investiert werden, so fragt man sich: „Haben wir so gut gearbeitet oder wissen wir einfach zu wenig bis gar nichts über den aktuellen Erhaltungszustand?“ Wahrscheinlich liegt die Wahrheit in der Mitte. Besonders in den Verbauungen mit Stahlschneebriücken wurden bei uns trotz häufiger Kontrollen bisher relativ wenige Schäden entdeckt. Dennoch ist es erforderlich, die Sache der Erhaltung auch von der anderen Seite, nämlich der Erhebung und Beurteilung des Zustandes aller Bauwerke, anzugehen.

Bereits im Zuge der Evaluierung des Vor-

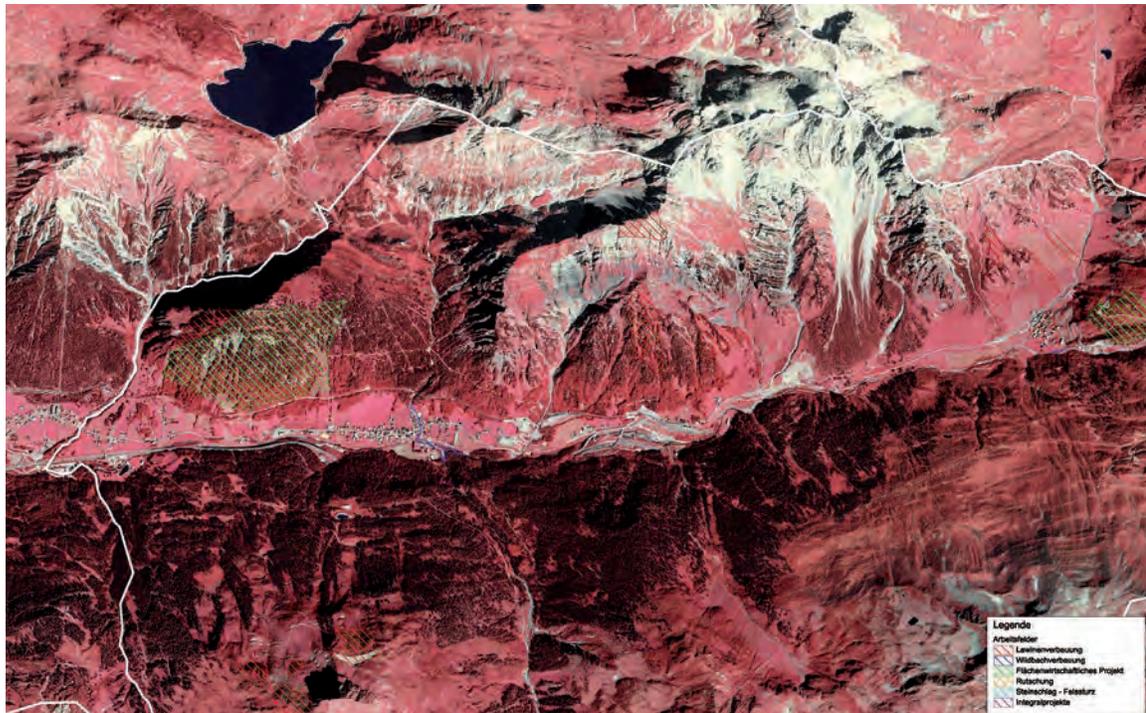


Abbildung 1: Baufeldkataster in Klösterle

Fig. 1: Register field of works in Klösterle

arlberger Jagdgesetzes tauchte die Frage auf, wo die WLV bereits in die Naturgefahrensicherheit investiert hat. Da in der Regel die Wirkungen der Schutzmaßnahmen auch vom Schutzwald unterstützt werden müssen, sollte dort auch besonderes Augenmerk auf waldverwüstende Wildschäden gelegt werden. Es wurde von uns der so genannte Baufeldkataster angelegt, in dem die bisherigen Arbeitsfelder der WLV im GIS verortet wurden. Dies war vor allem aufgrund der ausgezeichneten digitalen Orthofotos möglich. Es zeigte sich, dass es in Vorarlberg für die WLV kaum „weiße Flecken“ gibt, an zahlreichen Orten gibt es Bereiche mit Schutzmaßnahmen.

Es ist nun der nächste logische Schritt, die einzelnen Bauwerke in den Baufeldern in Funktion und Zustand zu erfassen.

2 Dokumentationen von Schutzbauwerken – Zielsetzung

Die von der WLV errichteten Schutzbauten werden in den jährlichen Baunachweisungen erfasst. Nach Abschluss eines Arbeitsfeldes sind diese Baunachweisungen in einem Kollaudierungsoperat zusammenzufassen. Dokumentiert wird bis dato somit der Bauwerkszustand unmittelbar nach Baufertigstellung. Die Bauwerke werden in der Folge an die Gemeinschaft der Interessenten übergeben. Die weitere Kontrolle und Überwachung der Bauwerke ist nicht weiters geregelt. Ein Überblick über die Anzahl der insgesamt errichteten Schutzbauwerke fehlt weitgehend. Damit verbunden ist vielfach auch ein Informationsverlust über den Zustand und die Funktionserfüllung der Bauwerke.

Zielsetzungen:

- Eine Zielsetzung ist die Schaffung eines Bauwerkskatasters, der als Grundlage für die lau-

fende Überwachung und Kontrolle der Schutzbauten (Festlegung von Überwachungs- bzw. Kontrollintervallen; Zustandsdokumentation) herangezogen werden kann. Die Basis dafür bildet ein flächendeckender Baufeld- oder Arbeitsfeldkataster.

- Der Aufwand für Instandsetzungen und Sanierungen sowie für die Betreuung der vorhandenen Schutzbauten wächst ständig an. Es gilt nun den Einsatz der knappen finanziellen und personellen Mittel zu optimieren. Dafür ist die Schaffung einer objektiven Grundlage für die Planung des Mitteleinsatzes erforderlich (Dringlichkeitsreihung).

3 Neue Entwicklungen bei der Dokumentation und Zustandserfassung von Schutzbauwerken – Erfahrungsbericht

3.1 Aufnahme Blisadona Hallerslängenlawine

Aufgrund der Errichtung des Blisadonatunnels in Klösterle durch die ÖBB sollen die bestehenden Lawinen- und Steinschlagschutzbauwerke der ÖBB nun in den Aufgabenbereich der Wildbach- und Lawinenverbauung übertragen werden. Die Erhaltung dieser Bauwerke ist erforderlich, da sich im Schutze der Verbauungen die Siedlungen der Gemeinde Klösterle entwickelt haben.

Diese Bauwerke wurden von den ÖBB beim Bau der Arlbergbahn im Jahr 1884 begonnen und kontinuierlich ergänzt. Die ÖBB haben sich dazu bereit erklärt, eine letztmalige Instandsetzung von Bauwerken zu finanzieren. Da die Dokumentation der Bauwerke der ÖBB unbefriedigend war, mussten die Schutzbauten auf einer Fläche von ca. 1.000 ha neu erfasst werden. Von der WLV wurde daher eine Aufnahme der Bauwerke mit einer Ansprache der Schäden im Jahr 2004 durchgeführt.

Das Ziel war, eine Kostenabschätzung für die Überführung der Bauwerke in einen guten Erhaltungszustand zu erstellen. Daher mussten die Größen der Schäden detailliert und nachvollziehbar ermittelt werden. Dies konnte nur durch eine genaue Erhebung und Datenaufnahme im Gelände erreicht werden. Dadurch wurde der Aufwandaufwand um etwa 20 % gegenüber einer reinen Abschätzung erhöht.

Ablauf der Aufnahmen:

1. Digitalisierung der ÖBB-Bestandspläne in ein GIS

2. Aufnahmen im Gelände mit genauer Verortung (Einmessung) sowie laufender Nummerierung der Bauwerke in einem Orthofoto; Aufnahme des Bauwerkstyps, der wichtigsten Abmaße sowie von Bauwerksschäden (zwingende Fotodokumentation) entsprechend des Vorlageformulars (siehe Abb. 1)

3. Abgleich der Planunterlagen im GIS – war aufgrund von Ungenauigkeiten und Verzer-

rungen der ÖBB-Pläne erforderlich

- 4. Auswertung der Daten (Schadensumfang)
- 5. Kostenschätzung für die Instandsetzung der Bauwerke

Die durchgeführten Aufnahmen wurden mittels eines speziell für die Aufnahme von Lawinen- und Steinschlagschutzbauwerken (einschließlich der ÖBB-typischen Sonderformen Arlbergrechen, Schwellenwände usw.) entworfenen Aufnahmeformulars durchgeführt (siehe Tabelle 2: Aufnahmeformular Blisadona Hallerslängenlawine). Es wurden ca. 950 Bauwerke aufgenommen.

Neben den oben erläuterten Daten war auch der Grad der Funktionserfüllung zu bewerten. Weiters musste festgehalten werden, wenn ein Bauwerk entbehrlich und daher funktionslos geworden ist (z.B. wenn der Wald zwischenzeitlich die entsprechende Schutzfunktion übernimmt). Auch war anzugeben, wenn von einem Bauwerk eine Gefährdung ausging (z.B. Steinschlaggefahr auf-

Nr.	Werkstyp	Gesamtmenge		Schäden		%
1	Stahlschneebrücke	4931	lfm	136	lfm	2,8
2	Stahl-Holz-Schneebrücke	551	lfm	49	lfm	8,9
3	Holzschneebrücke	508	lfm	0	lfm	0,0
4	Gleitschneeböcke	544	St.	24	St.	4,4
5	Lawinenmauern und Terrassen	1513	lfm	82	lfm	5,4
6	Arlbergrechen	5174	lfm	1970	lfm	38,1
7	Lawinen-Leitwerke	213	lfm	0	lfm	0,0
8	Steinschlag-Fangzäune	339	lfm	36	lfm	10,6
9	Steinschlagnetze	995	lfm	1	lfm	0,1
10	Steinschlag-Fangwände	264	lfm	18	lfm	6,8
11	Fels-Stütz- und Futtermauern	1302	m ²	0	m ²	0,0
12	Fels-Sicherungsnetze	1470	m ²	0	m ²	0,0
13	Böschungssicherung	86	lfm	6	lfm	6,9

Tabelle 1: Bauwerke Blisadona Hallerslängenlawine

Table 1: Protection structures Blisadona Hallerslängenlawine

grund zusammenfallender Steinmauern).
 Es hat sich auch gezeigt, dass eine gute Fotodokumentation eine wesentliche Grundlage zur Verhinderung subjektiver Einschätzungen von Aufnahmepersonen darstellt.

Werkstyp	
1	Stahlschneebrücke
2	Kombinierte Stahl-Holzwerke
3	Holzwerke (Werksreihe)
4	Geleitschneeböcke (Verbauungsfeld)
5	Lawinenmauern und Terrassen
6	Arlbergrechen (Werksreihe)
7	Steinschlagnetze
Sanierung	
1	nicht notwendig
2	notwendig
3	stellt Gefahr für Unterlieger dar

Tabelle 3: Beschreibung Aufnahmeformular Blisadona Hallerslängenlawine

Table 3: Description blank form Hallerslängenlawine

Projekt: FWP Blisadona					Aufnahme der Bauwerke							Datum:				
ÖBB-Nr.	BW-Nr.	Werkstyp	Werkshöhe [m]	Werkslänge [m] - Anzahl Böcke [St.]	Schäden					Wirkungsgrad [lfm] und bei Böcken [St.]			Sanierung	Fotos [Nr.]	Anmerkung / Begründung	
					Oberbau [lfm]	Trägerfundament [St.]	Sitzzenfundament [St.]	Verankerungen bei SSN [St.]	Mauerschäden [m ²]	voll	ingeschr.	unzureichend				

Tabelle 2: Aufnahmeformular Blisadona Hallerslängenlawine

Table 2: blank form Blisadona Hallerslängenlawine

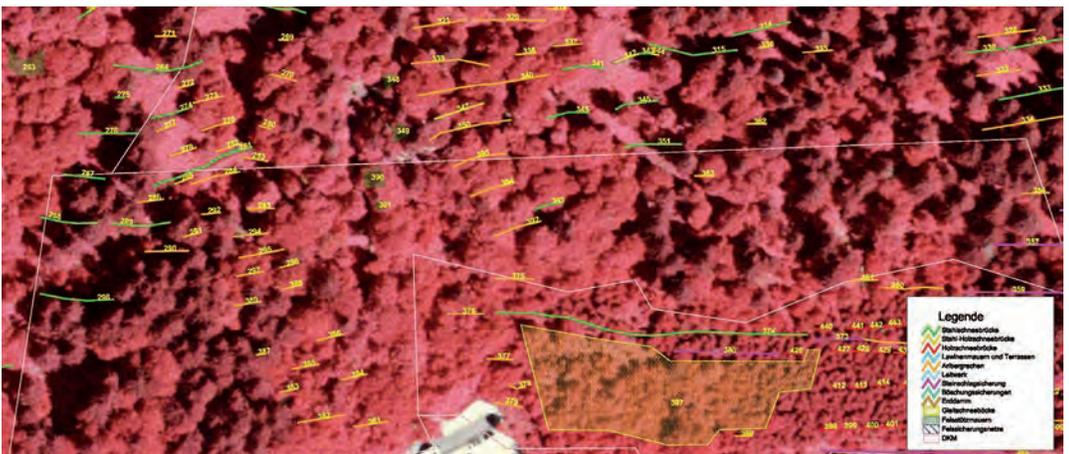


Abbildung 2: Bauwerkskataster Blisadona

Fig. 2: Register Blisadona

Abbildung 3:
Schaden Stützenfundament

Fig. 3: Damaged foundation



Abbildung 4:
Schaden Trägerfundament
„Mangrovenwerke“

Fig. 4: Damaged foundation



Abbildung 5: Schaden durch Windwurf

Fig. 5: Windthrow damage

3.2 Aufnahmen Rellsbach und Galinabach

Der Rellsbach in der Gemeinde Vandans ist einer der gefährlichsten Wildbäche Vorarlbergs. Die Verbauungstätigkeit wurde um 1900 begonnen und durch mehrfache Instandsetzungen, Neubauten, Überbauungen, Erhöhungen bis zum momentanen Zeitpunkt fortgesetzt. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes – insbesondere der Konsolidierungssperren im Mittellauf – war die Ausarbeitung eines Sanierungsprojektes erforderlich. Es war daher notwendig, eine Bestands- und Schadensaufnahme durchzuführen bzw. einen Sanierungsvorschlag auszuarbeiten.

Im Einzugsgebiet des Galinabaches in der Gemeinde Nenzing wurde ebenfalls seit mehr als 100 Jahren verbaut. Neben großflächigen ingenieurbioologischen Maßnahmen befinden sich eine Vielzahl von Schutzbauwerken insbesondere in den ausgedehnten und rutschanfälligen seitlichen Einhängen des Oberlaufes. In den letzten Jahren wurden die noch vorhandenen Projektmittel vor allem für forstliche Betreuungen ausgegeben. Um weitere erforderliche Maßnahmen zur Sanierung des Galinabaches planen zu können, wurde im Jahre 2006 eine Erhebung über den Zustand der Schutzbauten durchgeführt.

Ablauf der Aufnahmen:

1. Digitalisierung der Bauwerke aus den Kollaudierungslageplänen in ein GIS

2. Detailstudien der Bauwerke aus den Kollaudierungen (WLV-Nummer, Bauwerkshöhen, Bauwerkslängen – seitliche Einbindungen, Baujahr(e))

3. Aufnahmen im Gelände mit genauer Verortung (Einmessung) sowie laufender Nummerierung der Bauwerke in einem Orthofoto; Aufnahme des Bauwerkstyps, der Baumaterialien und von Bauwerksschäden (zwingende Fotodokumentation); Bewertung der Funktionstüchtigkeit sowie Festlegung des Sanierungserfordernisses entsprechend des Vorlageformulars (siehe Abb. 2)

4. Abgleich der Planunterlagen im GIS – war aufgrund von Ungenauigkeiten und Verzerrungen der Kollaudierungslagepläne erforderlich

5. Auswertung und Einarbeitung der Daten in ein Sanierungsprojekt (Rellsbach) bzw. in eine Studie (Galina)

Die Aufnahmen wurden im Zuge von Bachbe-

Gebietsbauleitung:				Bezirk:			Gemeinde:			Einzugsgebiet/Risikogebiet:					Datum:				
BW-Nr.	WLV-Nr.	Werkshöhe [m]	Werkslänge [m]	Baujahr	Naturgefähr 1	Naturgefähr 2	Werkstyp	Hauptbaumaterial	Nebenbaumaterial	Schaden 1	Schadensausmaß	Schaden 2	Schadensausmaß	Schaden 3	Schadensausmaß	Funktionstüchtigkeit	Sanierungserfordernis	Fotos [Nr.]	Anmerkung / Begründung

Tabelle 4: Aufnahmeformular Rellsbach/Galinabach

Table 4: Blank form Rellsbach/Galinabach

Naturgefahr1		Funktionstüchtigkeit	
1	Lawine	1	gegeben
2	Wildbach	2	eingeschränkt
3	Steinschlag	3	nicht gegeben
4	Rutschung	4	BW nicht auffindbar
Naturgefahr2		Sanierungserfordernis	
1	Lawine	1	keine
2	Wildbach	2	mittelfristig
3	Steinschlag	3	dringend
4	Rutschung	4	BW entbehrlich
Werkstyp			
Linielemente			
1	L-Schneebrücke		
2	L-Lawinnennetz		
3	L-Lawinenmauern und Terrassen		
4	L-Arlbergrechen		
5	L-Auffangbauwerk		
6	L-Verwehungsverbauung		
7	L/W-Leitbauwerk-Längsbauwerk		
8	W-Bogensperre		
9	W-Bogensperre		
10	W-Statistisch bewehrte Sperre		
11	W-Buhne/Sporn		
12	W/R-Künette		
13	W/R-Verrohrung		
14	S-Steinschlagnetze		
15	S-Felsverankerung		
16	R-Hangstützwerk		
17	R-Entw. Sammelleitung		
18	R-Wasserfassung/Schächte		
Flächenelemente			
30	L-Gleitschneeschutz Berme/Druckhügel		
31	L-Gleitschneeschutz Böcke		
32	W-Auffangbecken Geschiebe/Mure		
33	W-Auffangbecken Wasser		
34	S-Vernetzungen		
35	R-Ingenieurbioologische Maßnahmen		
36	R-Entwässerungen flächig		
Hauptbaumaterial			
1	Stahl		
2	Holz		

3	Stahl-Holz		
4	Beton-Stahlbeton		
5	Zementmörtelmauerwerk		
6	Trockenmauerwerk		
7	Grobsteinschichtung		
8	Erdbau		
9	Drahtschotter		
10	Kunststoff		
Nebenbaumaterial			
1	Stahl		
2	Holz		
3	Stahl-Holz		
4	Beton-Stahlbeton		
5	Zementmörtelmauerwerk		
6	Trockenmauerwerk		
7	Grobsteinschichtung		
8	Erdbau		
9	Drahtschotter		
10	Kunststoff		
Schäden			
1	L-Oberbau [lfm]		
2	L-Werk-Trägerfundament [St.]		
3	L-Werk-Stützenfundament [St.]		
4	L-Mauerschaden [m²]		
5	L-Ankerungen [St.] außer 2 u 3		
	L-Gleitschneeböcke/Berme/Druckhügel [m²]		
7	W-Verrohrung [lfm]		
8	W-Bauwerkskörper [m²]		
9	W-Fundierung (Unterkolkung)		
10	W-Einbindung seitlich [St.]		
11	W-Krone		
12	W-Räumung Auffangbecken [m³]		
13	S-Ankerungen [St.]		
14	S-Oberbau [lfm]		
15	S-Vernetzung [m²]		
16	R-Hangstützwerk [lfm]		
17	R-Entwässerung Schacht/Fassung [St.]		
18	R-Erosionsflächen [m²]		

Tabelle 5:
Beschreibung Aufnahmeformular Rellsbach/Galinabach
Table 5: Description blank form Rellsbach/Galinabach

gehung durchgeführt. Aufgrund des schwierigen Geländes und der starken Wasserführung beim Rellsbach konnten nicht alle Bauwerke mit derselben Genauigkeit angesprochen werden (Kolk-tiefe bzw. Fundierung). Es wurden 72 Bauwerke untersucht (Querwerke, Sporne und Leitwerke). Die Hauptschäden waren Komplettzerstörungen bedingt durch Bergdruck bei Sperren aus den 30er Jahren.

Beim Galinabach wurden ca. 500 Bauwerke in den Kollaudierungen erhoben, im Gelände konnten allerdings nur mehr ca. 300 Bauwerke aufgefunden und erfasst werden. Die restlichen Schutzbauten wurden überschottert, überbaut oder zerstört (alte Holzkästen).

Als besonders wichtig stellten sich die Fotodokumentationen für die Planung der Sanierungsmaßnahmen dar, um einen Bezug zwischen Aufnahmebogen und Bauwerk für einen ev. nicht direkt

in die Aufnahmen involvierten Sachbearbeiter herstellen zu können.

Durch die Verbindung der aufgenommenen Daten mit den Lageinformationen im GIS konnten sehr einfache und übersichtliche Auswertungen durchgeführt werden. Die ausgewerteten Daten eignen sich für die Ermittlung der Sanierungskosten (Rellsbach) bzw. als Grundlage für Entscheidungen in Hinblick auf weitere Erhaltungs- und Sanierungserfordernisse (Galinabach) sehr gut.

4. Ausblick

Mit zunehmender Maßnahmendichte wurde es immer schwieriger, einen Überblick über die Schutzbauten zu bewahren und das Wissen über den Zustand der einzelnen Bauwerke geordnet auf dem aktuellen Stand zu halten. Eine Kombina-



Abbildung 6: Unterkolkte Sperre Rellsbach

Fig. 6: Scour at check dam Rellsbach



Abbildung 7: Zerstörung der Abflusssektion Rellsbach

Fig. 7: Destroyed discharge section Rellsbach

tion von moderner Technik (GIS) und praktischem Wissen (WLV-Techniker), von Verantwortungsbewusstsein und Realitätsbezug ist hier notwendig. Übertriebene Perfektion in der Erhaltung der Bauwerke ist unfinanzierbar und unrealistisch, ein Unterlassen der Überwachung und Instandhaltung wäre fahrlässig. Derzeit kommt die Frage der Erhaltung etwas ungelegen, in einer Phase, in der wir noch voll mit dem Neubau beschäftigt sind. In Vorarlberg werden wir daher folgenden Weg gehen:

1. Neubauten werden sofort in den Bauwerkskataster aufgenommen.

2. Befinden sich alte Verbauungen in einem Einzugsgebiet, in denen ein Projekt erstellt wird, so werden diese bei der Projektierung erfasst und in den Bauwerkskataster aufgenommen.

3. Die anderen Bauwerke werden schrittweise erfasst, wobei besonders kritische Maßnahmen, z. B. Entwässerungen, prioritär behandelt

werden.

Adressen der Verfasser / Authors address

DI Martin Jenni
 Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
 Gebietsbauleitung Bludenz
 Oberfeldweg 6
 6700 Bludenz

DI Johann Kessler
 Bahnhofstraße 45
 6710 Nenzing

DI Andreas Reiterer
 Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung
 Sektion Vorarlberg
 Rheinstraße 32/5
 6900 Bregenz

POSCH MICHAEL

Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLIV: Beispiel Fischbachsperre (Gemeinde Längenfeld, Bez. Imst)

Analysis of the building's condition and reconstruction from torrent protective structures on example "Fischbach"- torrent debris retention dam (Community Längenfeld, Tyrol)

Zusammenfassung:

Die in den Jahren 1923 bis 1928 erbaute Fischbachsperre kann mit Sicherheit als wichtigstes Bauwerk der Verbauungsmaßnahmen zum Schutze vor Muren in der Gemeinde Längenfeld angesehen werden. Aus diesem Anlass kommt dieser, als zweischaliges Mauerwerk ausgeführten, Sperrenkonstruktion eine besondere Bedeutung zu. Bei zahlreichen Hochwasserereignissen in der Vergangenheit hat sich das Bauwerk bewährt und wurden bis zu 200.000 m³ im Ereignisfall retentiert. Seit den 80er Jahren wurden oberflächliche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Im Bewusstsein der ursprünglichen Bautechnik und der erkennbaren Schäden wurde ein Sanierungskonzept ausgearbeitet und mit der Sanierung 1994 begonnen. Die Arbeiten umfassten das Verschließen der beschädigten Mauerfugen und die Herstellung eines homogenen Sperrenkörpers durch Injektion mit Verpressmörtel.

Summary:

In the years 1923 up to 1928 the famous „Fischbach“ debris retention dam was built. More than 200.000 m³ bedload material can be hold back on the fully settled debris cone. Therefore this construction is the warranty for the community Längenfeld in the Ötztal-Valley in western part of Tyrol against debris-flow disasters and meets it demands more then one time in the past. In the awareness of the importance of this building first reconstruction measures have been set in the eighties. According to the original construction type in 1994 a reconstruction concept was worked out. The easiest and cheapest way to close the damaged interstice masonry and setting up of a homogeneous structure was to grout under pressure.

Beschreibung des Einzugsgebietes und geschichtliche Entwicklung

Das 82,6 km² große Einzugsgebiet des Fischbaches ist hauptsächlich aus Gneis, Gneisphyllit und Hornblende aufgebaut, erhebt sich mit dem Schrankogel in eine Höhe von 3.500 m und ist nur zu einem Fünftel bewaldet. Das Einzugsgebiet gehört gut zur Hälfte der Kahl- und Gletscherregion an. Das HQ 100 beträgt 125 m³/sec. Der Fischbach entspringt in einer Höhe von 2.500 m, umgeben von einigen Dreitausendern, und mündet im Bereich der Ortschaft Längenfeld als rechtsufriger Zubringer in die Ötztaler Ache. Er durchfließt in nordwestlicher Richtung auf 13 km Länge das Sulztal und nimmt an größeren Seitenbächen den Stranbach, den Sulzkarbach, den Winnebach, den Grieskarbach, den Salcherbach, den Leckbach und die Unterrinne auf. Zahlreicher Witterschutt aus den steilen Oberläufen wird über

den großteils felsigen Mittellauf des Fischbaches bis an den Schwemmkegel transportiert.

Die Schadensereignisse, welche schon aus den Jahren 1340 in schriftlicher Form belegt sind, waren durchwegs Großmuren mit Hochwassercharakter und verursachten immer wieder verheerende Schäden mit Geschiebeablagerungen von mehreren hunderttausend Kubikmetern im Bereich des Schwemmkegels. Die ersten Schutzmaßnahmen wurden wahrscheinlich schon im 17. Jahrhundert durchgeführt. In weiterer Folge wurde bis zum Jahre 1920 von der Längenfelder Bevölkerung ein 3 bis 4 m hohes beidseitiges Uferleitwerk in Form von Steindämmen von der Mündung des Fischbaches bachaufwärts bis zum Schluchtausgang am Schwemmkegelhals errichtet. Da diese Selbsthilfemaßnahmen der Bevölkerung nicht ausreichten, um eine Vermurungsfahrer zu beiden Bachseiten liegenden Ortschaft Längenfeld zu beseitigen, wurde in den Jahren 1923

bis 1928 am Ende der Schluchtstrecke bei hm 12,60 eine Geschiebeentleerungssperre mit Überlaufkanal errichtet. Die im Grundriss geradlinig ausgeführte Staumauer von 12 m mittlerer aufgehender Höhe, 69,80 m Kronenlänge, 2,0 m Kronenstärke und 8,10 m Stärke in der untersten Fuge des aufgehenden Mauerwerkes wurde als Schwergewichtsmauer mit einem Wasserdruck von 11 m Stauhöhe und einem Mauergewicht von 2,5 t/m³ dimensioniert.

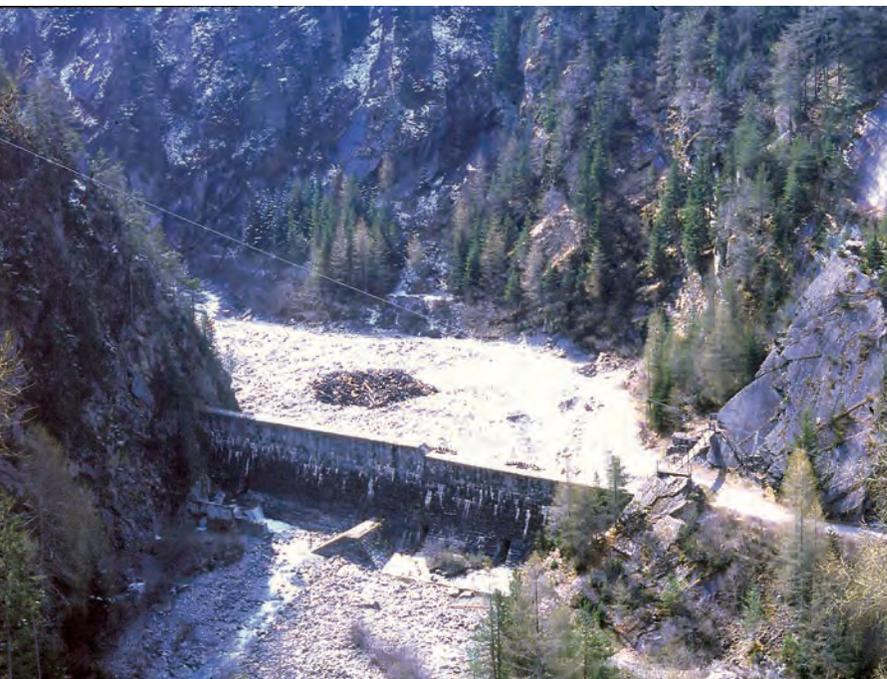


Abb. 1: Fischbachsperre mit Überlaufkanal

Fig. 1 : Retarding basin with the „Fischbach“ check dam in the front

Anlass und Überlegungen zur Sanierung

An diesem Bauwerk waren Mitte der 80er Jahre Schäden im Bereich der Mörtelfugen zu erkennen, welche kein bedenkliches Ausmaß erreichten. In Anbetracht der bedeutenden Rolle dieser Geschiebestausperre waren diese Schäden jedoch Anlass für weitere Überlegungen betreffend der Homogenität des Bauwerkskörpers und der Standfestigkeit im Belastungsfall.

Anhand der Aufzeichnungen und Fotodokumentationen der Sperrenherstellung aus den Jahren 1923 bis 1928 konnte angenommen werden, dass der Kern zum Großteil mit Bruchmaterial aufgefüllt wurde und dieser statisch keine große Funktion übernehmen kann. Dies wurde auch in den alten Aufzeichnungen dokumentiert, in denen auf die damals hohen Zementkosten hingewiesen wurde. Entsprechend den damaligen Bauberichten wurde der Mörtel zur Herstellung der Außenschalen mit einem Zement-Sand-Gemisch von 1:4 und des Mauerwerkskerns von 1:8 hergestellt. Da es sich bei der Fischbachsperre für die Wildbachverbauung sicherlich um ein kulturhistorisch bedeutendes Bauwerk handelt, musste ein behutsames Sanierungskonzept ausgearbeitet werden. Dementsprechend wurde die Sanierungsmöglichkeit mittels Vorbetonierung einer Stahlbetonscheibe und der damit einhergehenden Zerstörung der Ansicht des Bruchsteinmauerwerkes verworfen. Zur Herstellung des homogenen Baukörpers kam somit als einzig zielführende Lösung nur eine Injektion des gesamten Sperrenkörpers inklusive des Fundamentes mit Spezialmörtel in Frage. Mit der statischen Aufwertung des Sperrenkernes konnte gleichzeitig die Sicherheit des gesamten Bauwerkes erhöht werden.

Ende der 80er Jahre hat sich der Allgemeinzustand deutlich verschlechtert und zaghafte Versuche einer Sanierung wurden entsprechend dem damaligen Stand der Technik begonnen.

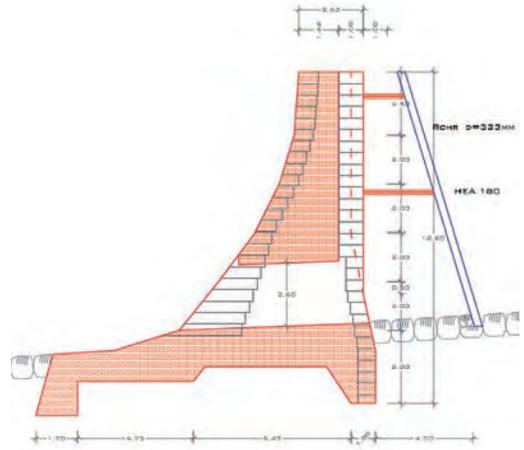


Abb. 2: Querschnitt im Bereich des Wildholzkorb

Fig. 2: Cross section from the construction with steel pipes

Händisch wurden Löcher im Bereich der Sperrenkrone vertikal gebohrt und diese mit Zementsuspension verfüllt. Im Sperrenkern konnte ein hoher Verbrauch von Injektionsgut festgestellt werden, ein Verfüllen der beschädigten Verfugungen zwischen den Mauersteinen konnte jedoch mit dieser Arbeitsweise nicht durchgeführt werden. Die Ursache lag darin, dass keine Injektionspumpen verfügbar waren, bei welchen Verpressungen unter Druck durchgeführt werden konnten. Ein druckloses Verfüllen erschien daher als nicht zielführend. Weitere Sanierungsmaßnahmen an der Schweregewichtsmauer wurden daher ausgesetzt.

Durch die Weiterentwicklung moderner Bohrverfahren inklusive der verfügbaren Mörtelpumpen in der Gebietsbauleitung Oberes Inntal bei Lawinerverbauungs- bzw. Felssicherungsarbeiten konnte 1994 die Sanierung der Fischbachsperre wieder in Angriff genommen werden.

Ausführung der Sanierungsarbeiten

Vor Inangriffnahme der eigentlichen Sanierungsarbeiten wurde das bergseitig liegende Geschiebeablagerungsbecken bis zur Fundamentsoberkante

entleert und die bestehenden Holzkörbe an den drei Großdolen entfernt. Diese, in den vergangenen Jahrzehnten laufend erneuerten Holzkörbe, wurden im Zuge der Sperrrensanierung durch eine dauerhafte Stahlkonstruktion ersetzt.

Zur Angebotserstellung für die Herstellung und Anlieferung des Mörtels wurden die Firma Schretter, Vils, und die Firma Röfix, Völs, eingeladen. Als Anforderung an das Injektionsgut wurden folgende Eigenschaften gestellt:

- Druckfestigkeit mind. 30 N/mm²
- Frostbeständig gemäß ÖNORM B 3303 und B 4200
- Beibehaltung der Konsistenz über längere Verpressstrecken
- Korngröße max. 3,5 mm

Entsprechend der zu erwartenden großen Hohlräume und der daraus resultierenden großen Mengen wurde dem Einsatz eines Injektionsgutes auf Zementbasis der Vorzug gegeben. Überlegungen zum Einsatz von Mörtel auf Kunststoffbasis wurden angestellt. Aufgrund des großen Verbrauchs, der zum damaligen Zeitpunkt nicht vorhandenen Erfahrungswerte und der doch wesentlich höheren Materialkosten wurde diese Variante aber nicht angewendet.

Somit wurde der Zuschlag an die Firma Röfix erteilt, welche einen Spezialvergussmörtel auf Zementbasis mit den Körnungen 0 bis 0,8 mm

und 0 bis 3,5 mm frei Baustelle und für € 108,-- je Tonne anbot.

Da die zu sanierende Sperre in Summe eine Außenfläche von mind. 1.500 m² aufweist, kam eine Einrüstung zur Durchführung der Arbeiten aufgrund der zu erwartenden hohen Kosten nicht in Frage. So wurde zum Bohren der erforderlichen Injektionslöcher von der Firma Fels und Sprengtechnik ein vollhydraulisches Lafettenbohrgerät, Type „Sig - HBM 50“, inkl. eines Gerätefahrers für € 145,-- pro Stunde angemietet. Durch den Einsatz des mit Allrad angetriebenen und mit einem 16-m-Ausleger versehenen Bohrgerätes konnten sämtliche Löcher ohne Rüstung der Sperre hergestellt werden.

So wurden in 94 Fremdarbeitsstunden ca. 1.500 Bohrungen im Durchschnitt ca. 2,50 m tief und in einem Raster von je einer Bohrung je m² Sperrenfläche durchgeführt.

Um die Vorderansicht der Sperre durch die entstandenen Bohrlöcher nicht zu verändern,



Abb. 3: Bohren und Injizieren des Sperrkörpers
 Fig. 3: Drilling and injection of grout with high pressure in the front

wurde auf der Sperrentalseite nur im Sohlbereich und bis zu einer Höhe von sechs Metern gebohrt und injiziert; der obere Sperrenteil wurde nur bergseitig gebohrt und ausinjiziert.

Hierbei gestaltete sich das Durchbohren des Sperrenkerns als äußerst schwierig, da auch bei den Horizontalbohrungen die losen Bruchsteine laufend zum Verklemmen des Bohrgestänges führten und dies die Arbeit wesentlich erschwerte.

Zu Beginn der Arbeiten wurden mit beiden Korngrößen, welche als Sackware angeliefert wurden, Einpressversuche unternommen. Dabei zeigte sich, dass ein Verfüllen der doch relativ großen Hohlräume in der Sperrensohle und im Kern mit dem mehlfinen Mörtel nicht möglich war. Der Mörtel verschwand im Untergrund, ohne dass sich ein Druck aufbauen konnte. So entschloss man sich für die Körnung 0 bis 3,5 mm und eine Bestückung mittels Silo, da sich auch bei Verwendung dieser Körnung ein großer Verbrauch an Injektionsgut pro Bohrloch abzeichnete.

Zum Verpressen des Injektionsmörtels wurde ein Injiziergerät mit einer Tagesleistung von ca. 25 t eingesetzt. Dies stellte sich besonders im Sohlenbereich und bis zu einer Höhe von 4 m als nützlich heraus, da hier bei einigen Löchern jeweils zwischen 5 und 10 Tonnen eingebracht wurden.

So wurden in den gesamten Sperrkörper-Rauminhalt – ca. 3.500 m³ – an die 81,6 t Mörtel eingebracht. Als nachteilig erwies sich das Größtkorn von 3,5 mm nur darin, dass es einen wesentlich und unerwartet großen Verschleiß an der Mischanlage und an der Injektionspumpe hervorrief. So musste schon nach kurzer Zeit das Schaufelrad, welches den Mörtel von der Mischanlage zur Pumpe befördert, wegen großen Abriebs ausgetauscht werden.

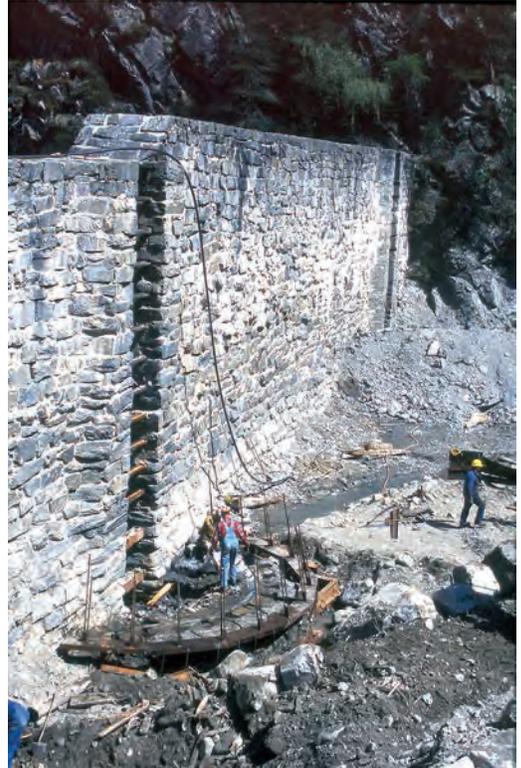


Abb. 4: Sanierung der Wildholzkörbe

Fig. 4: Reconstruction of the steel construction – retarding from wood debris to guarantee the water run off

Um über größere Sperrbereiche Injektionsarbeiten durchführen zu können, wurden von der Gebietsbauleitung eigene Injektionsdübel gefertigt, welche ein abwechselndes Injizieren an mehreren Bohrlöchern erlaubte. Diese Dübel hielten Verpressdrücken bis 250 bar stand. Nur unter Einsatz dieser Injektionsdübel konnten Verfüllungen der bestehenden Auflockerungen (Risse in der Verfugung und bestehende Hohlräume) bis an die Außenseite durchgeführt werden. Weiters konnte ein kontinuierlicher Druck über einen längeren Zeitraum im Sperrkörper gehalten werden und, was als äußerst wichtig erschien, es konnte laufend nachgepresst werden. Erst nachdem das Injektionsgut flächig über die gesamte schadhafte Verfugung ausgetreten war, wurde der Verpress-

vorgang beendet.

Mit steigender Höhe wurde der Verbrauch des Injektionsmörtels pro Bohrloch immer geringer und ein Austreten der Zementschlämme an der Sperreroberfläche war nur mehr selten zu beobachten. Um die Ansichtsfläche der Sperre durch die ausgetretene Zementsuspension nicht zu stören, wurde laufend mit einem Hochdruckreiniger gereinigt.

Schlussfolgerung

Im Rahmen von Bohrungsarbeiten im Zuge der Wildholzrechensanierung hat sich gezeigt, dass ein homogener Sperrkern entstanden ist. Die

Gesamtsanierungskosten lagen bei € 100.000,-- und damit deutlich unter der Sanierungsvariante mittels vorbetonierter Schalen.

Ein erhaltungswürdiges Bauwerk, welches im Belastungsfall keine ausreichenden Sicherheiten mehr geboten hätte, wurde kostengünstig bzw. effizient saniert.

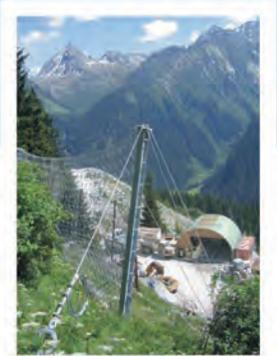
Anschrift des Verfassers / Authors address:

Ing. Michael Posch
 Gebietsbauleitung Oberes Inntal
 Langgasse 88
 A-6460 Imst
 Tel. +43 / 664 / 3330786



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

JÖRG HENZINGER / HARALD PÖLL

Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV. Beispiel Geschiebestausperre Schlossbach (Zirl, Tirol)

Analysis of the building's condition and reconstruction from torrent protective structures on example "Schlossbach"-torrent debris retention dam (community Zirl, Tyrol)

Zusammenfassung:

Im letzten Jahrhundert sind zahlreiche Sperren zur Sicherung der Siedlungen vor Wildbächen entstanden. Diese Sperren trugen wesentlich zur Stabilisierung der Bach- und Flussläufe und zum Schutz der bewohnten Gebiete vor Vermurung und Hochwasser bei. Es gilt nun, diese Sperren und Flusssicherungen zu erhalten, die Wirkung zu optimieren und die Bauwerke dem heute gültigen technischen Standard anzupassen.

In diesem Bericht wird die Vorgangsweise zur Erstellung eines Sanierungsprojektes dargestellt. Grundlage jeder dauerhaften Sicherung einer Sperre ist die Erstellung des Zustandsberichtes, der die materialtechnische Seite und die konstruktive Seite des Bauwerkes umfassen muss.

Summary:

During the last century a lot of dams were constructed in order to protect settlements against torrents. These dams helped to stabilise mountain streams and rivers and saved occupied areas from mudflows and inundations. Now it is necessary to preserve the dams and levees in order to optimise their functionality and adjust the constructions to the current state of technical knowledge.

This report documents the approach for realising a project of reconstruction. First of all it is essential to acquire the current status of the safety precautions which includes information on one hand about the used materials and on the other hand about the planning dimensions of the constructions.

Einleitung

Die Schutzbauwerke an den Wildbächen, erstellt durch den Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung, sichern in den Alpen den Lebensraum des Menschen in den Tallagen vor Vermurung und Hochwasser. An die Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit dieser Bauwerke besteht ein besonders hoher Anspruch, da der Verlust der Standsicherheit dieser Bauwerke eine große Anzahl von Personen in ihrer Existenz bedroht. Eine Besonderheit dieser Bauwerke ist, dass ihre volle Wirkung bei extremen jährlichen und mehrjährigen Ereignissen bis zum Bemessungsereignis mit einer Jährlichkeit von 150 Jahren voll erhalten bleiben muss.



Abb. 1:
Gspansperre am Ehnbach, Gemeinde Zirl, Sperrenbauwerk in sehr gutem Zustand

Fig. 1: View of the arch dam Gspansperre in the municipality of Zirl. This arch dam is (still) in very good condition



Abb. 2:
Pillbachsperre, Gemeinde Pill, Sperrenbauwerk mit großen Schäden

Fig. 2:
View of the arch dam Pillbachsperre in the municipality of Pill. This construction shows serious damages.

Zahlreiche Sperren unterschiedlicher Bautypen wurden in den 20er- und 30er-Jahren des vorigen Jahrhunderts und in den ersten Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg errichtet. Sie weisen nunmehr ein Alter von 40 bis 80 Jahren auf. Somit haben sie die Lebensdauer von 50 bis 100 Jahren, die dem Entwurf von Ingenieurbauwerken üblicherweise zugrunde liegt, erreicht. Eine Zustandsanalyse ist bei diesen Sperren unbedingt erforderlich. Aber auch bei jüngeren Bauwerken ist eine periodische Überprüfung erforderlich, um die statische und materialtechnische Zuverlässigkeit im Sinne des Standes der Technik (WRG, §12a) nachzuweisen und in einem Zustandsbericht zu dokumentieren.

Zur Beurteilung des Zustandes von Schutzbauwerken und zur Beschreibung des Verhaltens und der Sicherheit der Bauwerke bei extremen Einwirkungen ist die dauernde Überwachung einzelner Bauwerke bzw. zusammenhängender Verbauungsmaßnahmen notwendig. Vorgeschlagen wird, dass wie bei sicherheitsrelevanten Bauwerken im Straßenbau entsprechend den Vorgaben in der RVS (Tunnelbauwerke, Brücken,

geankerte Konstruktionen) oder wie bei Talsperren auch bei Wildbachsperrern mit hohem Gefahrenpotenzial ein mehrstufiges Überwachungs- und Überprüfungsprogramm die Sicherheit einer Sperre gewährleistet. Neben der jährlichen Überwachung und der Kontrolle durch Fachpersonal in Zeitabständen von mehreren Jahren erscheint auch eine Überprüfung des Bauwerkes mit der Erstellung eines Zustandsberichtes der Sperre und der Beurteilung der Standsicherheit in Zeiträumen von 10 bis 15 Jahren notwendig. Die Überwachungs- und Kontrollergebnisse sollten in einem Überwachungsbericht dokumentiert werden.

Im Wirkungsbereich der WLW, Sektion Tirol, wurden in den letzten Jahren von unserem Büro für mehrere hohe Sperrern Zustandsberichte erstellt und die Standsicherheit einzelner Sperrern und Verbauungsmaßnahmen überprüft und beurteilt. Nachfolgend wird beispielhaft an hohen Sperrern am Schlossbach, einem Zufluss des Inn mit hohem Geschiebepotenzial im Einzugsgebiet in den nördlichen Kalkalpen, die Systematik der Erstellung des Zustandsberichtes einzelner Sperrern und die Ausarbeitung von Sanierungsvorschlägen dargestellt.

Wesentliche Inhalte des Zustandsberichtes sind:

- a) Überprüfung der Schutzwirkung der Verbauungsmaßnahme
- b) Verhalten bei Extremereignissen (Auswertung des Überwachungsberichtes)
- c) Auswertung vorhandener Unterlagen, Darstellung bereits durchgeführter Sanierungsmaßnahmen
- d) Vermessung des Bauwerkes, visuelle Schadensaufnahme, Fotodokumentation
- e) Materialtechnische Überprüfung des Bauwerkes, Erkundung des Untergrundes und der Einhänge

- f) Tragverhalten des Bauwerkes
- g) Beurteilung der Standsicherheit des Bestandes

Stand der Technik, § 12a WRG

Die Zustandsanalyse und damit zusammenhängend die Beurteilung einer Geschiebestausperre hat entsprechend dem Stand der Technik und somit auf der Grundlage der geltenden Normen und Richtlinien zu erfolgen.

Allgemein gelten für die Bauwerke im Aufgabengebiet des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung die entsprechenden Normen des Bauwesens – ÖNORM, DIN, EUROCODE. Für Wildbachsperrern, Geschiebesperrern und Hochwasserrückhaltebecken gelten die DIN 19663 „Wildbachverbauung“, die DIN 19700 Teil 10 bis 12 „Stauanlagen“ sowie die DIN 19702 „Standsicherheit von Massivbauwerken im Wasserbau“.

Weiters liegen Berechnungsgrundlagen zur Erdbebenberechnung von Staumauern und zur Ermittlung des Berechnungshochwassers in den Richtlinien des Österreichischen Nationalkomitees für Talsperrern (ATCOLD) vor.

Zustandsanalyse

Zur Erstellung des Zustandsberichtes kann folgender praktischer Bearbeitungsablauf angegeben werden.

- a) Überprüfung der Schutzwirkung der Verbauungsmaßnahme

Der erste Schritt jeder Überprüfung ist der Nachweis der Funktion der bestehenden Baumaßnahme im Hinblick auf den geplanten Schutz des Siedlungsraumes. In diesem Zusammenhang ist auch darzustellen, inwieweit der Ausfall einer

Sperre Auswirkungen auf andere Sperren bzw. auf das gesamte Verbauungskonzept hat. Ein reißverschlusähnliches Versagen weiterer Verbauungsmaßnahmen beim Ausfall einer Sperre ist besonders zu berücksichtigen.

b) Verhalten bei Extremereignissen, Überwachungsbericht

Natürlich bilden jährliche Beobachtungen und Berichte von Begehungen nach Extremereignissen eine wertvolle Grundlage für den Zustandsbericht. Bei gewissenhaft erstellten Überwachungsberichten können die jährliche Schadensentwicklung beschrieben und Erosionserscheinungen oder Auflandungen einem Extremereignis zugeordnet werden. Auch für die Festlegung der Einwirkungen ist die Dokumentation von Hochwassermarken, Auflandungen und Wildholzablagerungen von großer Bedeutung.

Bei Dammbauwerken sind vor allem Wasseraustritte in der Dammböschung oder talseitig des

Damm- oder Sperrenfußes sicherheitsrelevant.

c) Auswertung vorhandener Unterlagen, bereits durchgeführte Sanierungsmaßnahmen

Die Grundlage jeder Zustandsanalyse bzw. die Beschreibung des Tragverhaltens der bestehenden Sperre stellen die Unterlagen vom Bauwerk aus der Planungs- und Ausführungsphase dar. Das bedeutet, dass den vorhandenen Plänen, statischen Berechnungen, Bauberichten und Gemeindecroniken ein große Bedeutung zukommt. Diese Unterlagen sind im Rahmen der Erstellung des Zustandsberichtes zu dokumentieren und bezüglich der zu erwartenden Einwirkungen und des Tragverhaltens zu bewerten. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, dass die gewissenhafte Dokumentation und Archivierung von Planungs- und Berechnungsunterlagen wesentlich zur Verminderung von Aufschlusskosten führen kann.

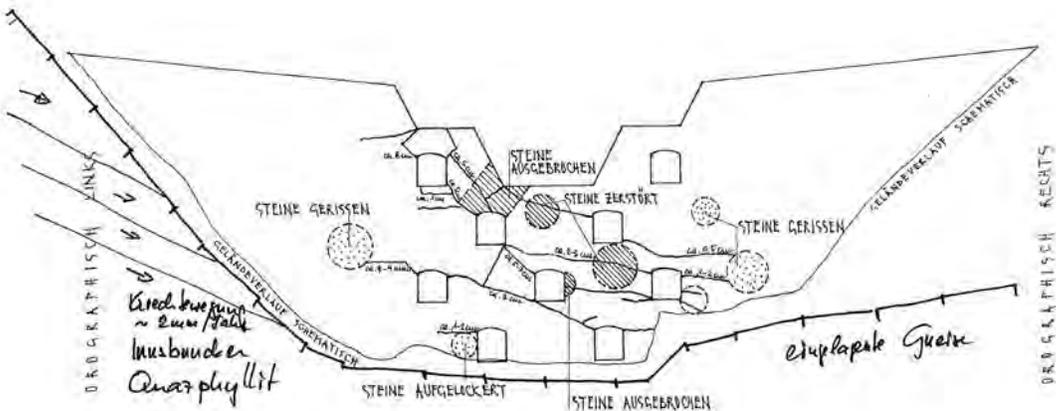


Abb. 3: Dokumentation der Risse und Schäden am Beispiel der Bogensperre am Pillbach, Gemeinde Pill

Fig. 3: Illustration of the cracks and damages at the arch dam Pillbachsperre in the municipality of Pill

d) Vermessung, visuelle Schadensaufnahme, Fotodokumentation

Der Bestand ist vermessungstechnisch aufzunehmen, um digitale Unterlagen für die Darstellung des Bauwerkes, die Dokumentation der Schäden und die weitere Bearbeitung, insbesondere für die Festlegung der Systemabmessungen der Konstruktion für die statische Berechnung, zu erhalten. Mittels Fotodokumentation können Schäden festgehalten und deren zeitliche Entwicklung auch für die Zukunft dargestellt werden.

e) Materialtechnische Überprüfung des Bauwerkes, Erkundung des Untergrundes und der Einhänge

Unerlässlich ist die Beurteilung der verwendeten Baustoffe (Beton, Stahl, Mauerwerk), des Untergrundes und eventuell des Dammkörpers. Bohrkern geben Aufschluss über die Qualität und das Verformungsverhalten des Sperrenbaustoffes und des Untergrundes. Auch die Durchlässigkeit der Sperrenbauwerke ist vielfach von Bedeutung. Nur aufgrund dieser Kennwerte ist die wirklichkeitsnahe Berechnung der Bauwerke möglich.

Eine Besonderheit im Zusammenhang mit der Standsicherheit stellt das Auftreten von Kriechverformungen in den Einhängen zum Bauwerk bzw. zum Stauraum dar. Mehrfach haben diese Einwirkungen zur Verminderung der Dauerhaftigkeit und zum Versagen von Sperren geführt.

f) Tragverhalten des Bauwerkes, innere Tragsicherheit

Auf der Grundlage des Materialverhaltens – Festigkeit, Steifigkeit – kann das innere Trag- und Verformungsverhalten mit neuen Berechnungsverfahren überprüft und beurteilt werden. Die Lastannahmen sind entsprechend den gültigen Normen und Richtlinien für Einwirkungen zu wählen.

g) Standsicherheitsnachweise

Neben dem inneren Tragverhalten sind die globalen Standsicherheitsuntersuchungen wie Kippen, Gleiten, Grundbruch, hydraulischer Grundbruch (Dammbauwerke) und Böschungsbruch für die zu erwartenden extremen Einwirkungen aus Hochwasser, Murbeanspruchung und Erdbeben zu führen.



Abb. 4: Bohrkern aus der Bogensperre bei hm 15,93 am Schlossbach, Gemeinde Zirl, geringe Festigkeit

Fig. 4: concrete core taken of the arch dam at hm 15,93 Schlossbach in the municipality of Zirl, showing very low strength

Sanierungsmöglichkeiten eines Sperrenbauwerkes

Der Zustandsbericht ist Grundlage der Entscheidungsfindung für die Sanierung eines Sperrenbauwerkes. Am Beispiel einer Geschiebestausperre können nachfolgend Sanierungsmaßnahmen, abhängig vom Schaden und den Einwirkungen (Bemessungsereignisse), auf der Grundlage der gültigen Richtlinien angegeben werden. Diese Aufzählung ist keinesfalls vollständig und gibt nur beispielhaft logische Schlussfolgerungen wieder.

Situation, Zustand	Sanierungsmaßnahme	Bemerkung
Bauwerk weitgehend gut erhalten, Lastaufnahme bei Extremereignis nicht gesichert	Verstärkung des Bestandes möglich und wirtschaftlich	z.B. durch Ankerungen, Stützpfiler
Bauwerk weist keine rechnerische Tragsicherheit auf	Neubau bzw. kompletter Ersatz des bestehenden Tragsystems	z.B. Vorsatzkonstruktion luft- oder wasserseitig
Bauwerk generell in gutem Zustand, Tragsicherheit für extremen Geschiebe- oder Hochwasserlastfall nicht gegeben	Beschränkung der Einwirkungen	z.B. periodisches Ausräumen des Verlandungskörpers auf ein festgelegtes Niveau, Vermindern der Stauhöhe
Betonkonstruktion weist zwar einzelne Risschäden und Oberflächenerosionen auf, befindet sich generell aber in einem guten Zustand	Betontechnologische Maßnahmen, Sanierung der Risschäden und Oberflächenerosionen	z.B. Injektionen der Risse, örtliche Betonergänzung, Ergänzung Abflussektion
Betonoberfläche verwittert und erodiert, geforderte Lastaufnahme ist gegeben	Schutz der Betonoberfläche vor weiterer Verwitterung und Erosion	z.B. Anordnung von Vorsatzschalen oder Spritzbetonversiegelung Achtung: Drainageebene schaffen bzw. wasserdurchlässige Struktur erhalten!
Wasserdruck, Auftrieb und Porenwasserdruck führt zu hoher Belastung der Konstruktion oder des Materials	Entlastung der Konstruktion durch Drainageebenen	z.B. Anordnung von Entlastungs- und Drainagebohrungen, Herstellung von Dolen
Schwachstellen in Widerlagerbereichen erkennbar	Ertüchtigung der Widerlagerbereiche	z.B. durch Ankerungen, Betonplomben im Fels, Untergrundverbesserungen (DSV-Körper)
Auskolken der Sohle	Anordnung eines Kolkshutzes	Erneuerung/Herstellung der Sohlpflasterung, Anordnung einer Vorsperre

Eine Besonderheit bezüglich der Ausarbeitung einer Sanierungsmöglichkeit und der Beurteilung der Dauerhaftigkeit bilden Sperrenbauwerke im Einflussbereich bewegter Einhänge. Durch weiche oder verformungsunempfindliche (aufgelöste) Konstruktionen kann die Dauerhaftigkeit dieser Sperren wesentlich erhöht werden. Örtlich ist auch durch das Anheben der Bachsohle eine Stabilisierung des Einhanges zu erreichen.

Sanierungsvorschlag für die Bogensperren am Schlossbach, Gemeinde Zirl

Im Folgenden wird ein Sanierungsprojekt am Schlossbach in der Gemeinde Zirl beschrieben. Der Schlossbach fließt vor seiner Einmündung in den Inn durch das Ortszentrum von Zirl. Er entwässert ein Einzugsgebiet von ca. 13 km² im Norden von Zirl. Das Einzugsgebiet befindet sich in den nördlichen Kalkalpen und weist ein hohes Geschiebepotenzial auf.

Unser Büro wurde von der Gebietsbauleitung Mittleres Inntal, Sektion Tirol, beauftragt, die Standsicherheit und das Tragverhalten von drei aufeinanderfolgenden Geschiebestausperren zu überprüfen, den Sanierungsbedarf zu beurteilen und einen Sanierungsvorschlag samt Erstellung einer Vorstatik auszuarbeiten. Die Projekterstellung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Gebietsbauleiter, Hofrat DI R. Bednarz, und Herrn DI M. Berwanger von der Gebietsbauleitung Mittleres Inntal.

Die Sperren befinden sich zwischen hm 15,93 und hm 20,80. Bei der untersten und obersten Sperre in diesem Flussabschnitt handelt es sich um unbewehrte Bogensperren aus Beton mit geringer Krümmung. Sie wurden in den Jahren 1930 und 1931 errichtet und weisen eine vertikale Sperrenluftseite und eine gering geneigte Wasserseite auf. Die Sperrenhöhe beträgt jeweils ca. 12 m bei einer Kronenlänge von über 20 m. Die

Topographie der Sperrenstandorte zeigt steil einfallende Felswände (Hauptdolomit), sodass eine dreiseitige Lagerung der Sperren im Fels besteht. Die ebene Sperre bei hm 16,45 wurde ebenfalls 1930 gebaut und ist als Schwergewichtsmauer ausgebildet.

Bereits die visuelle Schadensaufnahme hat deutlich das Ausmaß der Schäden an den Konstruktionen aller drei Sperren gezeigt. Eine großflächige und tiefreichende Auflösung der Betonstruktur durch Erosion und Verwitterung wurde diagnostiziert. Zum Teil wurde auch Beton geringer Güte eingebaut. Die Materialprüfung an Bohrkernen hat eine geringe Betonqualität ergeben. Derzeit ist aber bei allen drei Sperren die volle Wirksamkeit bezüglich Geschieberetention gegeben; es besteht jedoch ein dringender Sanierungsbedarf.

Für alle drei Sperren wurden Sanierungsmaßnahmen ausgearbeitet. Die ebene Sperre wird mittels vorgesetzter vermörtelter Blocksteinrampe gesichert. Die Planung dieser Maßnahme erfolgt durch die Gebietsbauleitung Mittleres Inntal.

Bei den Bogensperren ist das Schadensausmaß geringer als bei der ebenen Sperre. Der Zustandsbericht ergab, dass bei beiden Bogensperren ein ähnliches Schadensbild vorliegt. Auch die Konstruktion des Bogens (Zylinderschale) und die Errichtung in zwei getrennten Betonierabschnitten ist vergleichbar. Besonders die jeweils unteren Sperrenabschnitte weisen eine äußerst geringe Betonqualität auf. Aufgrund dieser Betonqualität konnte den Sperren rechnerisch kein Tragverhalten mehr zugeordnet werden. Als Sanierungsmaßnahme wurde bei beiden Bogensperren die Herstellung einer Vorsatzschale aus Stahlbeton vorgeschlagen. Die Abtragung der gesamten Einwirkung aus Murbelastung, Wasserdruck, Erdbeben und Erdbeben in den Untergrund erfolgt nach der Sanierung rechnerisch zur Gänze durch die neuen Schalentagwerke.



Abb. 5: Bogensperre bei hm 15,93, Schlossbach

Fig. 5: The arch dam at hm 15,93, Schlossbach in the municipality of Zirl



Abb. 6: Ebene Sperre bei hm 16,45, Schlossbach

Fig. 6: The plane gravity dam at hm 16,45, Schlossbach in the municipality of Zirl



Abb. 7: Bogensperre bei hm 20,80, Schlossbach

Fig. 7: The arch dam at hm 20,80, Schlossbach in the municipality of Zirl

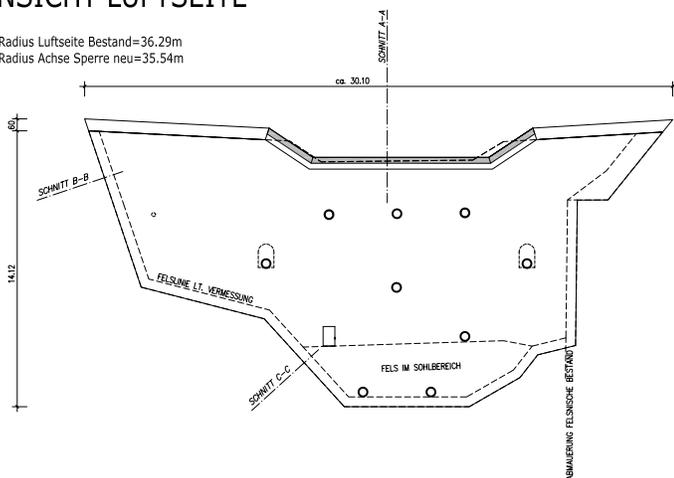
Die luftseitig vorgesetzten Schalen sind als fugenlose vertikale Zylinderschalen mit konstanter Schalenstärke von 1,50 m konzipiert. Die Schalen werden direkt an den Bestand anbetoniert. Besonderes Augenmerk bei der konstruktiven Durchbildung wurde auf die Einbindung in den Fels und auf die Erhaltung und Schaffung von Entwässerungsöffnungen zur Entspannung des Wasserdruckes gelegt. Der Erhalt der bestehenden Sperre ist Voraussetzung in der Errichtungsphase der neuen vorgesetzten Schalen. Um die Standsicherheit des Bestandes in der Bauphase nicht zu gefährden und um das bestehende Felswiderlager möglichst gering durch Abtrag zu beanspruchen, wurde für die Einbindung der neuen Schalen in die Felsflanken eine sehr schonende Vorgangsweise gewählt. Durch das Ausnützen bestehender Felsnischen und die Verankerung des Auflagerbereiches mit eingebohrten Bewehrungsstäben kann die Einbindetiefe verringert werden. Siehe dazu auch Abbildung 8.

Die Ausbildung einer unbewehrten Sperre war aufgrund der geringen Krümmung des Bestandes wirtschaftlich und technisch nicht möglich. Das Verhältnis Bogensehne l zu Bogenstich f beträgt bei beiden Sperren $l/f \geq 12,5$.

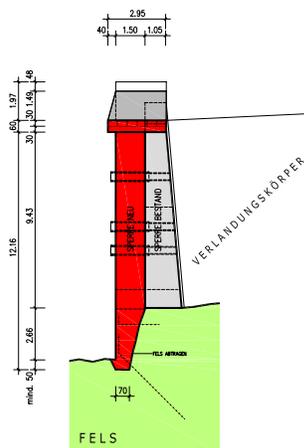
Die Berechnung der Schnittkräfte und Verformungen erfolgte mit mehreren Berechnungsverfahren. Die Ergebnisse aus einfachen Näherungsverfahren (Stützlinienbogenverfahren) wurden mit den Ergebnissen aus Stabwerksberechnungen und der Finite-Elemente-Berechnung verglichen. Nur die Berechnung mittels der Finite-Elemente-Methode ergibt aufgrund des flachen Bogens und der gedungenen Form eine wirklichkeitsnahe Beschreibung des Tragverhaltens.

ANSICHT LUFTSEITE

Radius Luftseite Bestand=36.29m
Radius Achse Sperre neu=35.54m



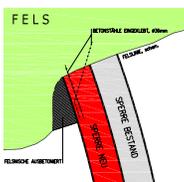
SCHNITT A-A



SCHEMASCHNITTE FELSANBINDUNG

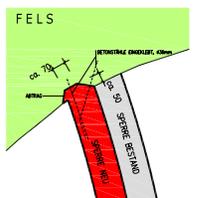
SCHNITT B-B

Schemaschnitt horizontal
ogr. rechte Seite, oben



SCHNITT C-C

Schemaschnitt horizontal
ogr. rechte Seite unten, or. linke Seite

DETAIL ROHRVER-
LÄNGERUNG, M 1:25

Schemaschnitt

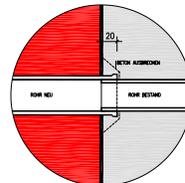


Abb. 8: Darstellung der projektierten Sanierungsmaßnahmen am Beispiel der Bogensperre bei hm 15,93, Schlossbach

Fig. 8: Illustration of the projected reconstruction at the arch dam at hm 15,93, Schlossbach in the municipality of Zirl

Die Modellierung des Sperrentragwerkes erfolgte mit Schalenelementen, die Widerlagerbereiche wurden mittels Kontinuumelementen beschrieben. Mit dieser wirklichkeitsnahen Modellierung des Tragwerkes und der Widerlager konnte die nachgiebige Einspannung der Konstruktion im Fels erfasst werden.

Folgende Einzellastfälle wurden untersucht und daraus die maßgebenden Lastfallkombinationen gebildet:

Eigengewicht, Erd- und Wasserdruck, Temperatur, Auftrieb, Erdbeben und Murstoß

Die Vorstatiken und die Vorbemessungen der beiden Bogensperren haben gezeigt, dass die vorgeschlagene Sanierung mittels vorgesetzter Zylinderschalen mit konstanter Wandstärke von 1,50 m die auftretenden Lastfallkombinationen aufnehmen und in den Widerlagerfels abtragen können. Auch die felsmechanischen Nachweise für die Auflager ergaben eine ausreichende Sicherheit. Für die Auflagerbereiche sind aufgrund örtlich ungünstig liegender, zum Teil auch offener Trennflächen Ankerungsmaßnahmen erforderlich. Im Zuge der Detailplanung ist besonderes Augen-

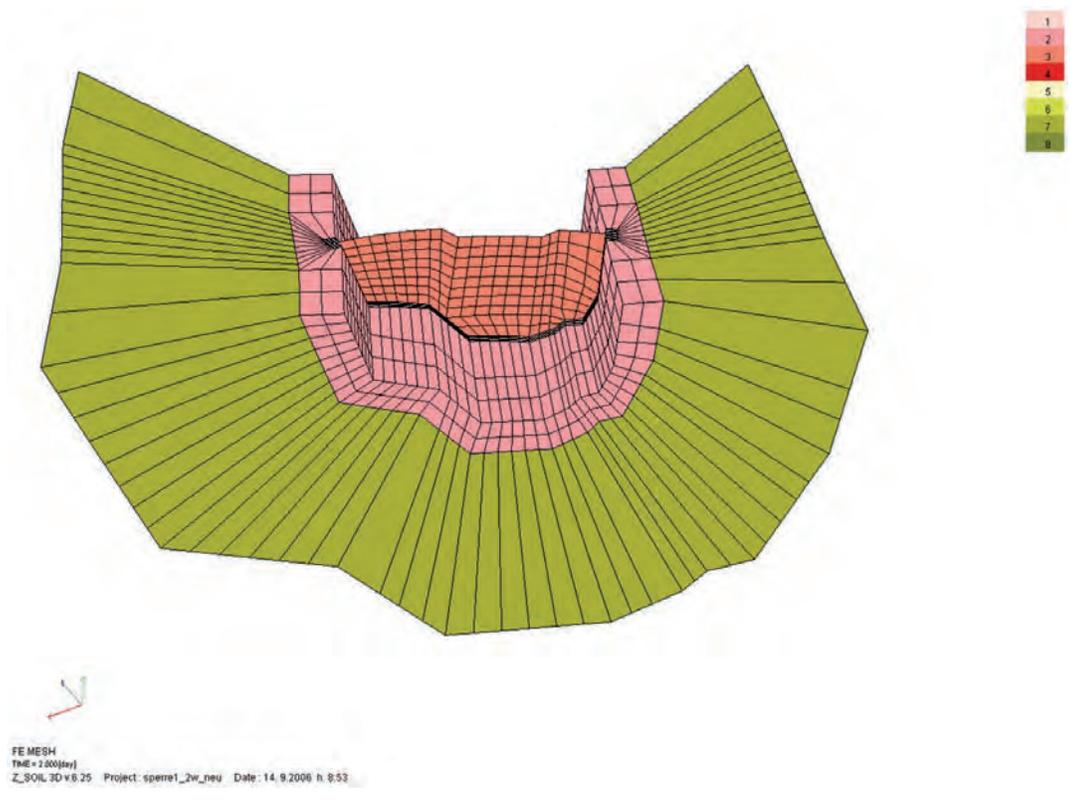


Abb. 9: FE-Netz mit Sperre und Untergrund, Bogensperre bei hm 15,93, Schlossbach
 Fig. 9: FE-mesh of the dam-construction and the bedrock, arch dam at hm 15,93, Schlossbach in the municipality of Zirl

merk auf die konstruktive Durchbildung der fuge-losen Sperren und damit zusammenhängend auf die Betontechnologie zu legen.

Schlussfolgerung

Grundlage jeder Sanierung einer Sperre oder Verbauungsmaßnahme ist die gewissenhafte Erstellung der Zustandsanalyse. Die Erfassung der Einwirkungen auf die Sperre, die Darstellung der Schäden und die Ermittlung des bestehenden Tragverhaltens ermöglicht die Beurteilung der Tragsicherheit des Sperrenbauwerkes und die Auswahl technisch geeigneter und wirtschaftlicher Sanierungsmaßnahmen. Die Nachweise der Trag-

sicherheit des Bestandes und der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen haben entsprechend den aktuellen Normen und Richtlinien zu erfolgen.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:

Dipl.-Ing. Dr. Jörg Henzinger
 Dipl.-Ing. Harald Pöll
 Geotechnik Henzinger
 Zivilingenieurbüro Bauwesen
 Plattach 5, 6094 GRINZENS

JOSEF PLANK/ LOCHER MATHIAS

Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV am Beispiel Lahnbach (Schwaz, Tirol)

Methods of Analysing and Reconstruction of Protection Buildings of the Austrian Torrent Control on the Lahnbach (Schwaz, Tyrol)

Zusammenfassung:

Die Verbauungen am Lahnbach, Gemeinde Schwaz, reichen bis ins Mittelalter zurück und gehören zu den ältesten Bachverbauungen in Tirol. Am Schluchtausgang wurden in den Jahren 1940 bis 41 zwei Bogensperren errichtet, die nachträglich durch aufgesetzte Balkensperren ergänzt wurden. Bei routinemäßig durchgeführten Bachbegehungen wurde ein Sanierungsbedarf festgestellt und die beiden Sperren einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Die Untersuchungen wurden von der TU Innsbruck durchgeführt und darauf aufbauend ein Sanierungsvorschlag erarbeitet. Dieser Sanierungsvorschlag musste den wildbachtechnischen Erfordernissen angepasst werden und wurde 2006 ausgeführt.

Summary:

The Lahnbach torrent, community Schwaz/Tyrol, has a long history of torrent control. In the middle of the last century two arch dams were built, situated on the head of the alluvial cone. Due to the age of these buildings it was necessary to inspect these buildings intensive and carefully. These examinations have been done by the Technical University of Innsbruck and a concept of reconstruction has been worked out. The proposals had to be adapted to the conditions of the torrent control and the works has been done in 2006. After completion of the reconstruction measures the functionality of these important buildings is recovered.

Vorgeschichte

Der Lahnbach hat ein Einzugsgebiet von 8,9 km² und ist ein rechtsufriger Zubringer zum Inn. Das HQ150 beträgt einschließlich Geschiebeanteil 40,7 m³/s und die Geschiebefracht kann mit rund 40.000 m³ angegeben werden. Auf dem mächtigen Schwemmkegel dieses murfähigen Wildbaches hat sich die Stadt Schwaz (12.200 EW) entwickelt und aufgrund deren Bedeutung im Mittelalter durch den blühenden Silberbergbau wurden bereits sehr früh Schutzmaßnahmen gesetzt.



Abb. 1: Das Einzugsgebiet des Lahnbaches mit der Stadt Schwaz am Schwemmkegel

Fig. 1: Lahnbach catchment with city of Schwaz on alluvial cone

Die Verbauungsmaßnahmen beschränkten sich zunächst vornehmlich auf die händische Errichtung von Uferschutzmauern am Schwemmkegel aus dem Bachgeschiebe, wobei im Laufe der Zeit ein breites, hoch aufgedämmtes Bachbett am Schwemmkegel entstanden ist.

Maßnahmen zur Geschiebekonsolidierung wurden erst viel später durchgeführt und eine der

ersten Maßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung war die Errichtung von zwei rd. 8,0 m hohen Bogensperren am Schluchtausgang in den Jahren 1940 und 1941, um der dahinter liegenden Mittelaufstapelung eine Basis zu geben.

Nach Konsolidierung dieser beiden knapp hintereinander liegenden Bogensperren wurden beide Bogensperren durch einen Aufbau mittels Betonbalkensperren in den Jahren 1970 und 1971 ergänzt.

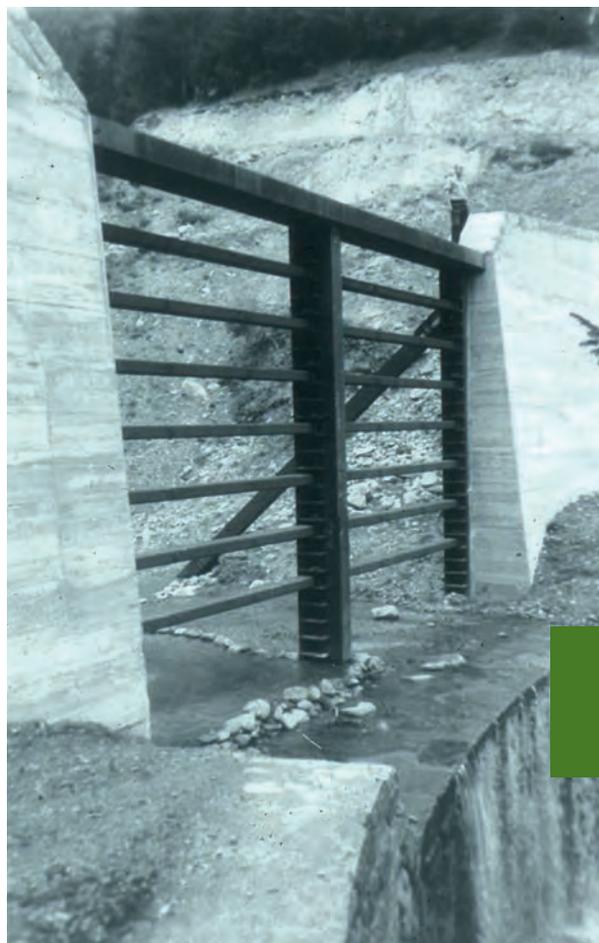


Abb. 2: Pillbachsperre, Gemeinde Pill, Sperrenbauwerk mit großen Schäden

Fig. 2: View of the arch dam Pillbachsperre in the municipality of Pill. This construction shows serious damages.

Zur Optimierung des Stauraumes wurden die beiden baugleichen Balkensperren sehr knapp hinter den alten Bogensperren angeordnet. Diese Situierung bedingt, dass bei einer Murbelastung der Balkensperre die Resultierende nicht in den Untergrund abgeleitet wird, sondern die Bogensperre zusätzlich horizontal belastet wird. Für die Detailstatik im Ausführungsjahr wurde von kompakten Felsflanken (Quarzphyllit) in den seitlichen Auflagern ausgegangen und so konnten die zusätzlichen Belastungen statisch einwandfrei über die seitlichen Flügeleinbindungen aufgenommen werden. Zusätzlich wurden für das Balkenfeld rückwärtige Zugverhängungen und ein Querriegel (Spannbetonriegel, Stahlschrägstäbe) angeordnet, um die Horizontallasten für die Bogensperre zu verringern.

Bei einigen kleineren Murgängen konnten die beiden Balkensperren ihre Wirkung zeigen, im Zuge der jährlichen Bachbegehungen und optischen Zustandskontrollen wurde es jedoch im Laufe der Zeit augenscheinlich, dass die seitlichen Einbindungen der Bogensperren sowie die Balkenkonstruktion und insbesondere die Zugverankerung Schäden aufwiesen und eine umfangreichere Untersuchung durchgeführt werden muss.

Das Untersuchungsprogramm

Nachdem zunächst die Spannriegel der Balkenkonstruktion freigelegt wurden und festgestellt wurde, dass diese Betonriegel Anrisse aufweisen und die Zugbänder starke Korrosionsschäden zeigen, wurden auch die Bogensperren auf der Luftseite und in den seitlichen Einbindungen von der Vegetation befreit und konnten somit näher untersucht werden.

In weiterer Folge wurde an die TU Innsbruck der Auftrag erteilt, beide Sperren hinsichtlich ihrer geotechnischen Standsicherheit, des Materialzu-

stands und der generellen Statik zu untersuchen. Die materialtechnologischen Untersuchungen wurden vom Institut für Baustoffe und Bauphysik (Univ. Prof. DI Dr. W. Kusterle) durchgeführt, die geotechnische Bearbeitung erfolgte durch em. Univ. Prov. DI Dr. W. Schober und die Statik wurde vom seinerzeitigen Planer der Sortiersperren DI W. Rauch überarbeitet.

Die materialtechnologischen Untersuchungen erfolgten im Jahr 2001 und bestanden aus:

- der optischen Beurteilung der Bauwerke (Betonester, Risse, Hohlstellen, Korrosion, Fugenzustand, Verwitterung) und der Aufnahme der Bauwerksabmessungen,
- dem Gewinnen von Bohrkernen aus den Bogensperren und einer optischen Beurteilung,
- dem Abklopfen der Bogensperren auf Hohlstellen, Nester und andere versteckte Mängel,
- der Abschätzung der Druckfestigkeiten und Messung der Betondeckung der Armierung sowie der Karbonatisierung an den Balkensperren,
- der Dickenmessung der Stahlkonstruktion.

Die Ergebnisse dieser materialtechnologischen Untersuchungen ergaben, dass die Bogensperren, abgesehen von Fugenschäden und kleineren Mauerausbrüchen dem Alter entsprechend in gutem Zustand sind, jedoch das Mauerwerk auf Quarzphyllit gegründet ist und der Untergrund zum Teil stark verwittert und erodiert wurde und somit die Sperre teilweise freisteht und die Tragfä-

higkeit insgesamt nicht mehr gegeben ist.

Bezüglich der Balkensperren konnte festgestellt werden, dass sich die Sperrenmauern selbst in einem guten Bauzustand befinden und die in den Baunachweisungen angegebenen Betonfestigkeiten nach wie vor gegeben sind, die Spannriegel für die Zugglieder der Balkenfelder jedoch angerissen sind und somit ihre Funktion nicht mehr erfüllen können.

Das Untersuchungsergebnis der TU Innsbruck ergab zusammengefasst, dass beide Sperren nicht mehr standsicher und zur Sicherstellung der Schutzfunktion umgehend Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind.

Zur Sanierung wurde zunächst für die Bogensperren ein Unterfangen der freigelegten Einbindungen und eine Mörtelinjektion des Verlandungsköpers mittels Hochdruckbodenverpressungen (HDVP) und für die Balkensperren eine durchgehende Bodenplatte in Stahlbeton vorgeschlagen.

Bei der Detailplanung zeigte sich jedoch, dass eine Hochdruckbodenverpressung aufgrund der schwierigen Zufahrtsmöglichkeit zu den beiden Sperren sowie den zu erwartenden Schwierigkeiten bei den Bohrungen selbst (Wildholz im Verlandungsraum, Wasserhaltung etc.) im gegenständlichen Fall nicht umsetzbar ist. Insbesondere die Entsorgung der Bohrschlämme hätte nicht zufriedenstellend gelöst werden können und auch für den Gewässerschutz hätten sich durch den möglichen Zementeintrag große Schwierigkeiten ergeben.

Es wurde daraufhin von einem der Autoren der Untersuchungsstudie (DI Rauch) ein alternativer Sanierungsvorschlag ausgearbeitet, bei dem die Balkenkonstruktion durch den Einbau einer Fundamentplatte versteift wird und die vorgelagerten Bogensperren durch Vorbetonieren einer Schale sowie Rückverankerung mittels vorgespannten

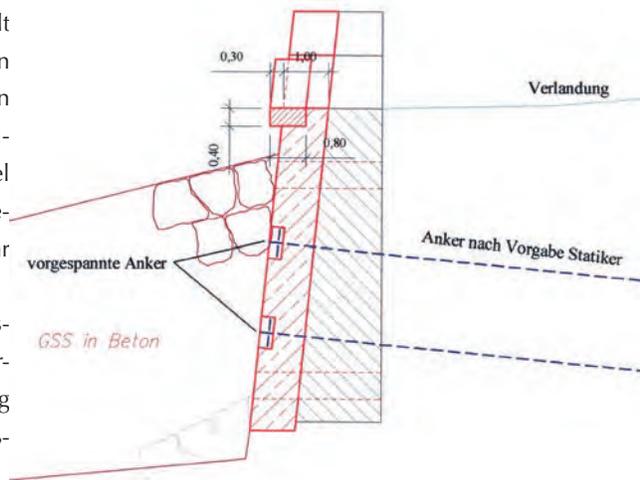


Abb. 3: Konstruktionsskizze Sanierung Bogensperre: Aufnahme des Erd- und Wasserdruckes auf die Bogenmauer durch Vorsatzschale in Stahlbeton und vorgespannte Anker

Fig. 3: Sketch of the reconstructed arch dam. Facing formwork of reinforced concrete and pre-stressed anchors transfer loads by earth thrust and water pressure

Ankern abgesichert werden. (Abb. 3)

Die Dimensionierung der Anker hinsichtlich Anzahl, Länge und Durchmesser erfolgte durch einen Ziviltechniker (DI Sporschill) und ergab einen Bohrraster von 2,0 x 2,0 m unter Verwendung von Einstabankern, \varnothing 36 mm, mit einer Länge von bis zu 16,0 m.

Umsetzung

Die Arbeiten konnten im Frühjahr und Herbst 2006 ausgeführt werden. Während die reinen Betonierarbeiten problemlos vorstättengingen, traten insbesondere bei den Bohrarbeiten für die vorgespannten Anker erwartungsgemäß große Schwierigkeiten auf.

Ursprünglich war die Verwendung von doppelt korrosionsgeschützten Dauerankern (DYWI-DAG 36 mm) vorgesehen. Dies hätte jedoch eine Imlochbohrung erfordert. Aufgrund des



Abb. 4: Die Bogensperre wurde mit einer durchgehenden Stärke von 1,0 m vorbetoniert und hinsichtlich der Einbindung in den anstehenden Fels gegenüber dem Altbestand wesentlich verbessert.

Fig. 4: Arch dam with facing formwork with thickness of 1m. Bonding on in-situ rock was improved during reconstruction.

der Vorsatzschale mit den Ausnehmungen für die Ankerplatten wurden die Verankerungen durchgeführt. Die Bohrarbeiten wurden zunächst mit einer händischen Bohrlafette ausgeführt. Sehr rasch hat sich jedoch gezeigt, dass die erforderlichen Ankerlängen von 14 bis 16 m mit einer händischen Bohrlafette nur sehr schwer erreicht werden können, da auf dem vor der Bogensperre aufgebauten Gerüst kein entsprechender Anpressdruck

vorhandenen Wildholzes im Verlandungskörper erzeugt werden konnte.

musste jedoch diese Art der Bohrung nach Durchführung einer Probebohrung sehr rasch aufgegeben werden.

Es wurden daraufhin nach Rücksprache mit dem Statiker Injektionsbohranker, \varnothing 40 mm, (Ischebeck 40/16 duplexbeschichtet) verwendet, wobei durch die Verwendung eines größeren Ankerdurchmessers auch ein ausreichender Korrosionszuschlag berücksichtigt werden konnte. Nach Fertigstellung



Abb. 5: Ansicht der vorbetonierten Bogensperre nach der Fertigstellung vor Ausführung der Ankerarbeiten.

Fig. 5: Arch dam and facing formwork after completion before pre-stressed anchors were set into operation

Es wurde daher dazu übergegangen, die Bohrarbeiten mit einer auf einem Autokran aufmontierten Bohrlafette durchzuführen. Die Anker wurden mit einer Last von 15 t vorgespannt.

Die Baukosten für die Sanierung der beiden Sperren betrug € 280.000 und die reine Bauzeit belief sich auf 10 Wochen bei einem durchschnittlichen Arbeiterstand von 8 Personen. Bei der Bewertung der erzielten Einheitspreise muss jedoch der Umstand der sehr umständlichen Bauführung auf beengtem Raum sowie die verhältnismäßig geringe Massenleistung berücksichtigt werden. Insgesamt wurden 490 m³ Lieferbeton für die Vorsatzschalen und die Fundamentplatten eingebaut.

Nach Fertigstellung dieser Sanierungsmaßnahmen ist die volle Funktionsfähigkeit dieser für die Si-

cherheit der Stadt Schwaz als Schlüsselbauwerke zu bezeichnenden Sperren wieder gegeben.

Literatur / References

KUSTERLE W., RAUCH W., SCHOBER W., (2001): Lahnbach Geschiebesortierungssperren I und II Prüfbericht, Institut für Baustoffe und Bauphysik, Technische Universität Innsbruck.

SPORSCHILL K., (2005): Geschiebesperren Lahnbach I und Lahnbach II Sanierung; Büro Sporschill Zivilingenieur für Bauwesen, Innsbruck.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:

DI Josef Plank; Ing. Locher Mathias
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Westliches Unterinntal
Swarovskistraße 22a, 6130 SCHWAZ

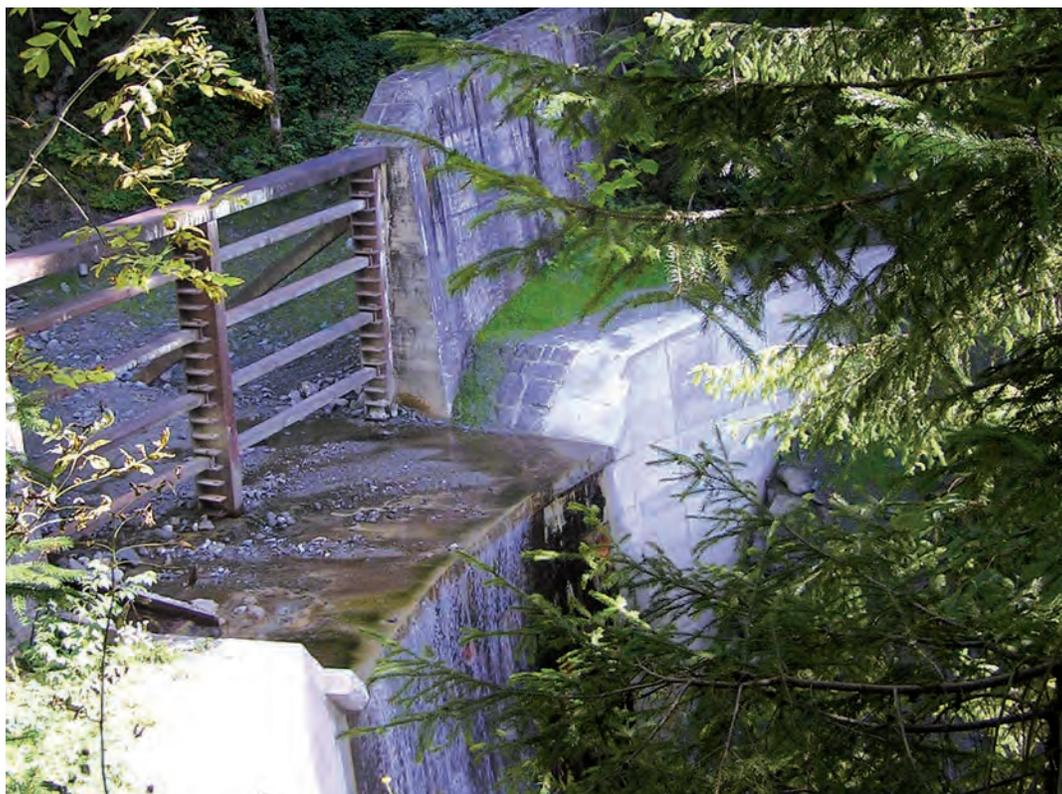


Abb. 6: Ansicht der sanierten Bogensperre nach Abschluss aller Arbeiten im Herbst 2006

Fig. 6: Reconstructed arch dam after completion in autumn 2006

GEBHARD NEUMAYR

Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Schutzbauwerken der WLV: Sanierung der Haidensperre

Reconstruction of the „Haiden“ dam

ZUSAMMENFASSUNG

Die Haidensperre im Kalmbach in der Stadtgemeinde Saalfelden, ein wesentliches Schlüsselbauwerk eines Verbauungssystems, wurde im Jahr 1930 bis 1932 errichtet. Aufgrund des Alters und des schlechten desolaten Zustands bestand die Gefahr eines Sperrenbruchs bei einem Gewitterereignis. Daher wurde für diese Sperre ein Sanierungsprojekt ausgearbeitet.

Summary:

A very important “Key-structure” for a unique building systems near the city of Saalfelden is the “Haiden” barricade in the “Kalmbach”. It was designed and built 1930 until 1932. Because of its age and its bad current state of condition it was due to break down during thunder. Out of this reason a project for reconstruction has been worked out!

1. Anlass

Die sogenannte „Haidensperre“ im obersten Einzugsgebiet des Kalmbaches (unterhalb der Schneegrube) in der Gemeinde Saalfelden (Salzburg) wurde in den Jahren 1930 bis 1932 zur Sicherung des oberliegenden Latschenfeldes und zur Eindämmung der fortschreitenden Blaikenbildung errichtet. Sie hat bisher hervorragend gewirkt, die Blaiken wurden beruhigt und sind derzeit bereits überwiegend wieder mit Latschen bestockt.

des Zementes (war zu dieser Zeit absolute Mangelware) und des mühsamen Antransportes wurde mit der Zugabe zum Beton gespart.

2. Beschreibung des Einzugsgebietes

2.1 Allgemeine Beschreibung

Das Steinerne Meer, einer der gewaltigsten Gebirgsstöcke der nördlichen Kalkalpen, weist in seiner südwestlichen Abdachung gegen den Saal-

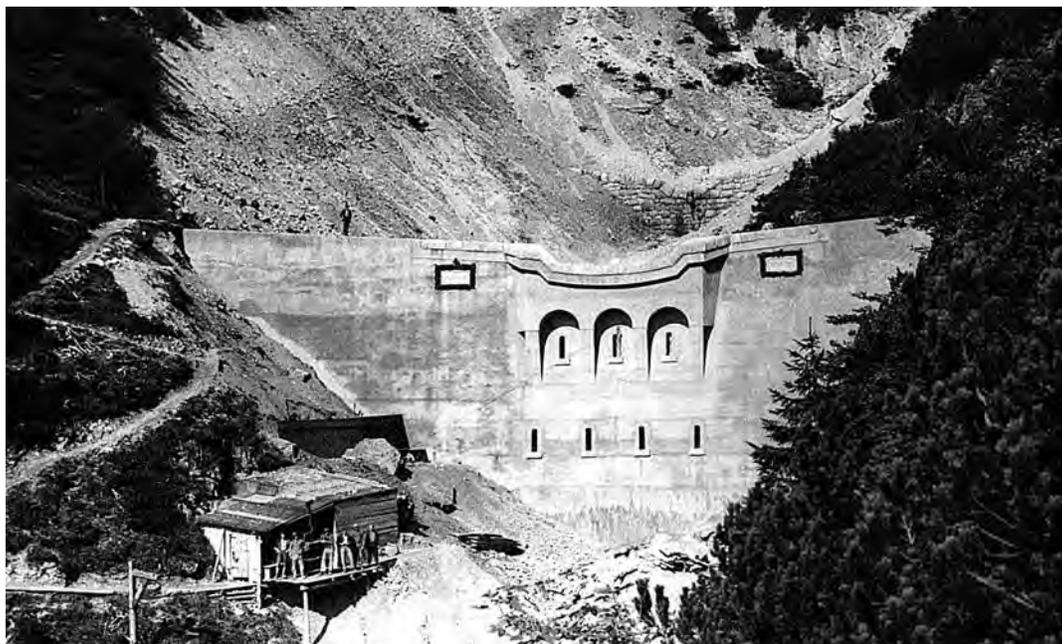


Abb. 1: Haidensperre im Kalmbach in der Stadtgemeinde Saalfelden nach der Baufertigstellung 1932

Fig. 1: „Haiden“ dam in the „Kalmbach“ within the city of „Saalfelden“ after the completion of construction 1932

Die Haidensperre wurde in den Jahren 1930 bis 1932 mit einer Spannweite von ca. 60 m und einer Höhe von 22 m errichtet. Aufgrund von Erzählungen alter „Wildbachler“ konnte eruiert werden, dass der Schotter für den Bau der Sperre an Ort und Stelle gewonnen wurde. Der Zement wurde ein Stück mit Pferden transportiert, der restliche Teil händisch getragen. Aufgrund der Begrenztheit

feldner Talkessel mehrere tief eingeschnittene Erosionsfurchen auf, welche den Charakter ausgesprochener Wildbäche besitzen. Neben dem Buchweissbach, Lärch- und Öfenbach und Ramseiderbach ist der Kalmbach zweifellos einer der gefährlichsten in diesem Bereich, da er alljährlich ganz bedeutende Massen von Erosions- und Verwitterungsmaterial zu Tal befördert



Abb. 2: Übersicht über das Einzugsgebiet des Kalmbaches; im Vordergrund sind die Gefahrenzonen dargestellt.

Fig. 2: Overview of the catchment area of the „Kalmbach“ with hazard zones on the alluvial cone.

Das Einzugsgebiet des Kalmbaches weist eine Größe von 4,48 km² auf, davon sind 0,63 km² Kulturland, 2,59 km² Wald und 1,26 km² Ödland. Die Lauflänge des Baches beträgt bis zur Mündung in den Öfenbach 4,4 km.

Der Schwemmkegel des Kalmbaches besitzt eine bedeutende Ausdehnung sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen. Sein Flächenmaß beträgt annähernd 50 ha.

Das oberste Einzugsgebiet oberhalb der Haidensperre besteht aus einem großen Latschenfeld, welches auf dem Gehängeschutt stockt und an den beiden Rändern von je einer tief eingeschnittenen Runse umschlossen wird. Durch den Bau der Haidensperre wurde die Erosionsbasis so weit angehoben, dass die Latschenbestockung hier wesentlich zugenommen hat.

2.2 Geschiebebilanz

Das Geschiebepotenzial des Kalmbaches liegt laut Gefahrenzonenplan bei rd. 22.000 m³. Da die rechnerische Standsicherheit der Haidensperre nicht mehr gegeben ist, muss bei einem Extremereignis auch ein Bruch derselben in Betracht gezogen werden. Das Geschiebepotenzial würde sich in diesem Fall schlagartig um rd. 30.000 m² erhöhen.

3. NACHWEIS DER STANDSICHERHEIT

3.1 Istzustand

Aufgrund des Alters und der schlechten Betonqualität befindet sich die Sperre derzeit in einem äußerst desolaten Zustand. Die Standsicherheit

der Sperre wurde daher überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass die rechnerische Standsicherheit nicht mehr gegeben ist. Diese Tatsache und weitere sanierungsbedürftige Bauwerke im Bereich des Kalmbaches gaben den Anlass für die Erstellung eines Sanierungsprojektes. Bei der Besichtigung der Sperre wurde festgestellt, dass sich an der Betonoberfläche (Luftseite) bereits Steine aus dem Betongefüge lösen.

Die Sperre befindet sich augenscheinlich in einem eher schlechten Zustand. Als Belastung der Sperre für die statische Berechnung wurden der volle Wasserdruck und der Erdruchdruck unter Auftrieb angesetzt. Die Auflagersteifigkeiten wurden durch den Landesgeologen festgelegt. Die Berechnung der Sperre wurde anhand von zwei Rechnungsmodellen durchgeführt. Bei der Berechnung der Sperre mittels FE-Schalenprogramm treten wegen der Mitwirkung des gesamten Querschnittes Zugspannungen auf.



Abb. 3: Im Mittelteil der Sperre lösen sich die Steine aus dem Betongefüge

Fig. 3: Stones disconnect from the concrete in the center section of the barricade

Bei der zweiten Berechnung der Sperre wurde der Ansatz getroffen, dass sich innerhalb des Gesamtquerschnittes ein Stützlinienbogen ausbildet. Anhand einer vereinfachten Berechnung mittels Parabelbogen wurde die Betongüte, die für die rechnerische Standsicherheit erforderlich wäre, ermittelt. Einschränkend zu der Stützlinienbogenberechnung ist anzumerken, dass es aufgrund der geringen Stichthöhen zu einem „Durchschlagen“ der Mauer kommen könnte.

Für die rechnerische Standsicherheit der Haidensperre wäre laut Stützlinienbogenberechnung die Betongüte C 35/45 notwendig. Auf eine Bohrkernentnahme zur Ermittlung der Druckfestigkeit des Betons wurde aufgrund des schlechten Betongefüges verzichtet.

3.2 Sanierung der Haidensperre

Aufgrund der fehlenden Erschließung des Sperrenbauwerkes wurde auf eine möglichst schlanke Konstruktion zur Sanierung der Haidensperre größtes Augenmerk gelegt.

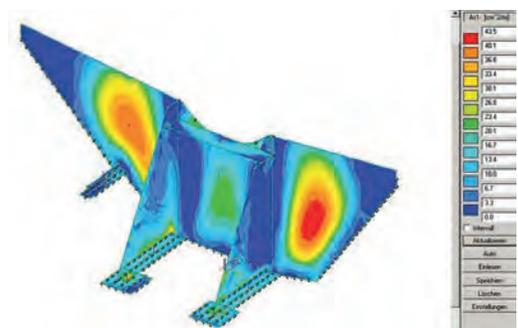


Abb. 4: Berechnung der inneren Standsicherheit mit dem Finite-Elemente-Programm der Firma SCIA; Auf der Abbildung ist die erforderliche Bewehrung dargestellt.

Fig. 4: Description of a calculation showing the interior stability with the Finite Element Program of the company SCIA. You can see the illustration with the necessary reinforcement.

Die Sanierung der Haidensperre erfolgt durch eine vorgesetzte Stahlbetonsperre mit einer Stärke von 1,2 m und durch zwei Stützscheiben. Die Lastabtragung erfolgt über die Einbindung der Steinbetonschale und der Stützscheiben in den anstehenden Boden. Zur Optimierung der Bauteildimensionen wurde das Gewicht der bestehenden Sperre als vertikale Last auf die neue Sperre angesetzt.

Um diesem Ansatz gerecht zu werden, wurden Konsolen (Schubnocken) verteilt über die Sperrenfläche angeordnet, die die Kraftübertra-

gung zwischen der bestehenden Sperre und der Vorsatzschale gewährleisten. Die Ermittlung der inneren Standsicherheit erfolgte mit dem Finite-Elemente-Programm ESA PT der Firma Scia. Mit Hilfe dieses Programms konnten die Scheiben bzw. Platten enorm optimiert werden. Durch die Vorbetonierung der alten bestehenden Haidensperre mit einer 1,2 m dicken Stahlbetonplatte, die einerseits im Gelände und andererseits auf zwei Stützscheiben gelagert wird, kann die Standsicherheit dieser Sperre wieder hergestellt werden.

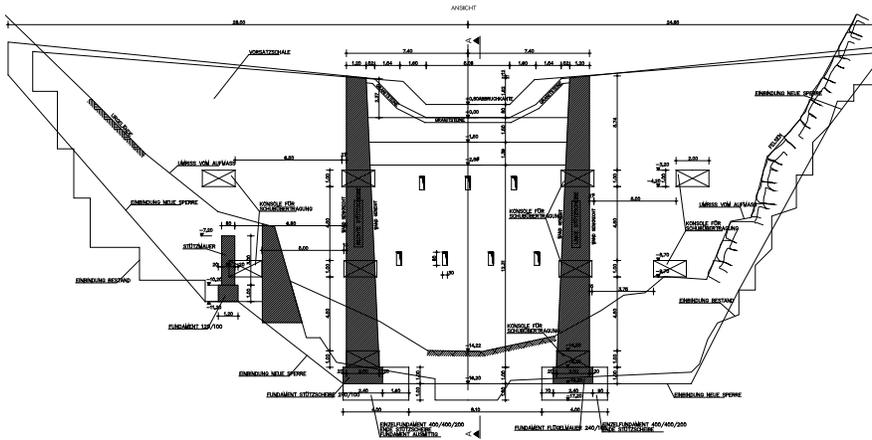


Abb. 5: Ansicht der projektierten Vorbetonierung der Haidensperre im Kalmbach

Fig. 5: A view of the construction project of the „Haiden“ dam in the „Kalmbach“.

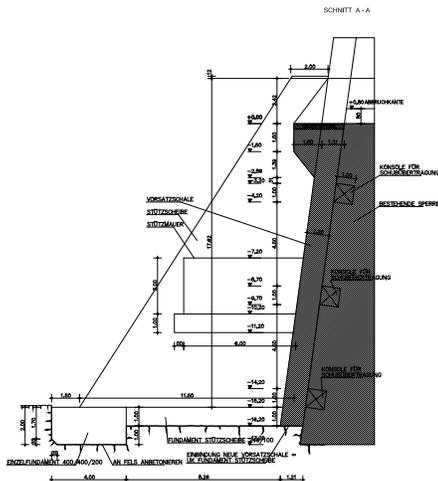


Abb. 6: Schnitt von der projektierten Vorbetonierung der Haidensperre im Kalmbach; Durch die Optimierung mit dem Finite-Elemente-Programm und durch die Anordnung von Schubnocken konnte die Vorbetonierung schlank gewählt werden.

Fig. 6. Sectional view of the planned concreting of the „Haiden“ dam in the „Kalmbach“. Because of optimisation through the program Finite Elemente it was possible to slenderize the concreting.

4. Bauablauf

4.1 Erschließung

Aufgrund der fehlenden Erschließung des Standortes der Haidensperre (ausschließlich durch einen schmalen, steilen Fußweg erreichbar) müssen sämtliche Baumaterialien mit dem Hubschrauber bzw. einer 1.100 m langen Materialeilbahn zur Baustelle befördert werden. Die Erschließung durch einen Forstweg wurde ebenfalls geprüft.

Aufgrund der hohen Kosten (steiles Gelände) und der Lage im Naturschutzgebiet Kalkhochalpen wurde eine Erschließung mit einer Materialeilbahn aus wirtschaftlichen Gründen gewählt

4.2 Beginn der Aushub- und Bauarbeiten

Aufgrund der schlechten Betonqualität und des äußerst desolaten Zustandes der Haidensperre wurde überlegt, vor dem Beginn der luftseitigen Unterfangung bzw. Vorbetonierung die Sperre zu entlasten (Aushubarbeiten wasserseitig der Sperre bis auf die halbe Sperrenhöhe). Diesen Überlegungen stand die Gefahr einer Beaufschlagung bei einem Gewitterereignis gegenüber. Da im zweiten Fall die zu erwartende Belastung wesentlich größer ist als die Belastung durch die vorhandene Hinterfüllung, wurde die Sperre nicht entlastet.

Begonnen wurde mit Aushub-, Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten an der linken Stützscheibe. In weiterer Folge wurde



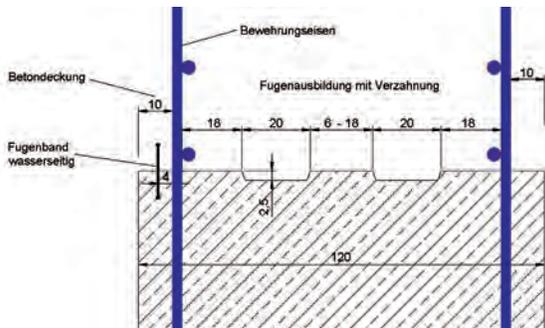
Abb. 7: Erschließung der Baustelle durch eine 1.100 lfm lange Materialeilbahn

Fig. 7: A 1.100 lfm long transport cablecar was installed to the construction site.



Abb.8: Abschnittsweiser Aushub bzw. Unterfangung im Mittelteil der Haidensperre

Fig. 8: Section excavation – underpinning the part in the middle of the „Haiden“ dam.



ein kleiner Teilabschnitt des Fundamentes der Hauptsperre errichtet. Dadurch wurde bereits eine Teilabstützung der Hauptsperre erreicht. Aufgrund der Aufteilung in eine Vielzahl von Betonblöcken (bedingt durch die gefährliche Unterfangung sowie bedingt durch den Arbeitsfortschritt) wurde auf eine normgemäße Ausbildung der Arbeitsfugen größter Wert gelegt. Zusätzlich wurden wasserseitig Fugenbänder eingelegt.

Literaturverzeichnis

HAIDEN, A., 1927:
Ergänzungsprojekt zum Verbauungsprojekt Kalmbach. Bundesbauleitung
Wildbachverbauung Mittelpinzgau, Zell am See

NEUMAYR, G., 2005:
Verbauungsprojekt Kalmbach 2005. Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawineverbauung, Gebietsbauleitung Pinzgau, Zell am See

Adresse des Verfassers / Authors' adress:

DI Gebhard Neumayr
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawi-
nenverbauung
Sektion Salzburg
Gebietsbauleitung Pinzgau
Schmittenstrasse 15
5700 Zell am See



Abb. 9: Fugenausbildung (Arbeitsfugen) mit Verzahnung gemäß ÖN B4700

Fig. 9: Splices (working splices) with cogging according to ÖN B4700



KEIL ERDBAU

A-5730 Mittersill · Gewerbering West 6

Tel. 06562-8368

Transporte • Erdbau • Kranarbeiten

Schlosserei • Schotter • Steine

Abbruch • Bauschuttrecycling • Sprengungen



Gunz ZT GmbH

Ziviltechniker für Forst- und Holzwirtschaft,
Wildbach-, Lawinen- und Erosionsschutz,
allg. beeid. und gerichtl. zert. Sachverständiger

4400 Steyr, Stadtplatz 29

Tel.: 07252/42484 Fax: 07252/42484 E-Mail: info@gunz.at Homepage: <http://www.gunz.at>

HÜBL J., STRAUSS A., SCHIFFER, M., PÜRSTINGER C., PUZ U., SUDA J.

Praktische Erfahrung bei der Zustandsanalyse von Schutzbauwerken am Beispiel der Rettenbachsperre (Oberösterreich).

Practical experience in the assessment of technical mitigation structures based on the example Rettenbachsperre (Upper Austria)

Zusammenfassung:

Im Mittellauf des Rettenbaches (Bad Ischl, Oberösterreich) ist eine Klause aus dem Jahr 1906 situiert. Eine visuelle Inspektion des Bauwerkes deutet auf Schäden im Bauwerkskörper hin. Um die Standsicherheit zu ermitteln, wurde eine statische Modellbildung der Konstruktion durchgeführt, die vorab der Ermittlung relevanter Entnahmestellen von Bohrkernen diente. Nach der Prüfung des entnommenen Materials wurde die statische Simulation erneut durchgeführt, wobei die Wandstärke der Sperre, entsprechend den ermittelten Betonkennwerten, um 40 bzw. 70 Prozent reduziert wurde. Da die Standsicherheit des Bauwerkes nicht mehr gegeben ist, wird ein Sanierungskonzept ausgearbeitet.

Summary:

In the middle reach of the Rettenbach (Bad Ischl, Upper Austria) there is a logging dam built in 1906. A visual inspection indicates weakness in the reliability and condition of the structure. To get detailed information about the stability of the structure, a static precalculation was performed. This calculation also provided the information about the best locations of drilling cores. The drilling cores were used to evaluate the material properties of the dam. Based on the results of the tested cores, the static analysis was performed in more detail. Especial the uncertainties of the material were considered by modelling the dam with different thicknesses. The original wall thickness had to be reduced from 70% to 40% of it's original

1. Einleitung

Der Rettenbach, mit einem Einzugsgebiet von rund 74 km² entspringt im Toten Gebirge und mündet in Bad Ischl rechtsufrig in die Traun. Im schluchtartigen Mittellauf ist bei hm 90,3 eine Klause, die sogenannte „Rettenbachsperre“ situiert, die für die Holztrift (Saline Ebensee) vom k.& k. Forstärar wahrscheinlich im Jahre 1906 errichtet wurde. Bedingt durch das mit Holzbohlen verschlossene Klausentor ist der Stauraum der Klause derzeit mit rund 40.000 m³ Geschiebe verlandet. Der Abfluss erfolgt bei Niederwasser durch das Klausentor, bei höheren Abflüssen über die Abflusssektion, die vormals mit auskragenden Holzbohlen ausgeführt war.

2. Zielsetzung und Methodik

Zur Ableitung von Gefährdungsszenarien war die Ermittlung der Standsicherheit des Bauwerkes notwendig. Im Falle der Nichterreichung der erforderlichen Sicherheiten sollten Sanierungsvorschläge ausgearbeitet werden. Der Auftrag dafür wurde von der Gebietsbauleitung Salzkammergut an das Institut für Alpine Naturgefahren der BOKU-Wien vergeben [1].

Folgende Vorgangsweise wurde gewählt:

- Visuelle Inspektion und Einholung von Konstruktionsplänen der Klause
- Statische Modellbildung der Konstruktion und Festlegung von Bohrkernentnahmestellen
- Bohrkernentnahme und Ermittlung der notwendigen Materialkennwerte
- Statischer Nachweis aufgrund der Bohrkernergebnisse
- Ausarbeitung von Sanierungsvorschlägen

3. Visuelle Inspektion

Die Rettenbachsperre ist als Bogensperre mit einer Höhe von rund 24 Metern und einer Breite von 12 Metern (Abb. 1) ausgeführt, welche im massiven Kalksteinfels eingebunden ist. Die Sperre besitzt einen horizontalen Kreisradius von 16,15 Metern mit einem Anzug von 12:1. Die Kronendicke in der Überfallsektion beträgt 1,80 Meter und am Fußpunkt 3,25 Meter. Die Sperre wurde wahrscheinlich in mehreren Etappen erbaut. Aus den Plänen und den vor Ort durchgeführten Inspektionen ist ersichtlich, dass die Sperre in drei wesentliche Bereiche unterteilt werden kann:

- Bereich A: Höhe 0,00 m bis 3,85 m
- Bereich B: Höhe 3,85 m bis 6,80 m
- Bereich C: Höhe 6,80 m bis 21,25 m

Alle drei Bereiche wurden als Massivbetontragwerk ausgeführt, wobei lediglich in den Übergangsbereichen (Bereich A zu Bereich B) Steckisen als Anschlussbewehrung vorhanden sind.

Im Bereich B sind ein Schotterablass (a) mit 0,6 m auf 0,8 m, das Klausentor (b) mit 2,30 m auf 1,90 m, im Bereich C die Schotterschütze (c) mit 1,0 m auf 1,0 m vorhanden (Abb. 1).

Bei der visuellen Inspektion konnten folgende Auffälligkeiten erkannt werden:

- Freiliegende Bewehrung zwischen Bereich A und B
- Extreme Bemoosung der Oberfläche der Luftseite (Abb. 2)
- Deutliche Reduktion der Bogensperrendicke aufgrund von Verwitterung mit Betonabrasion

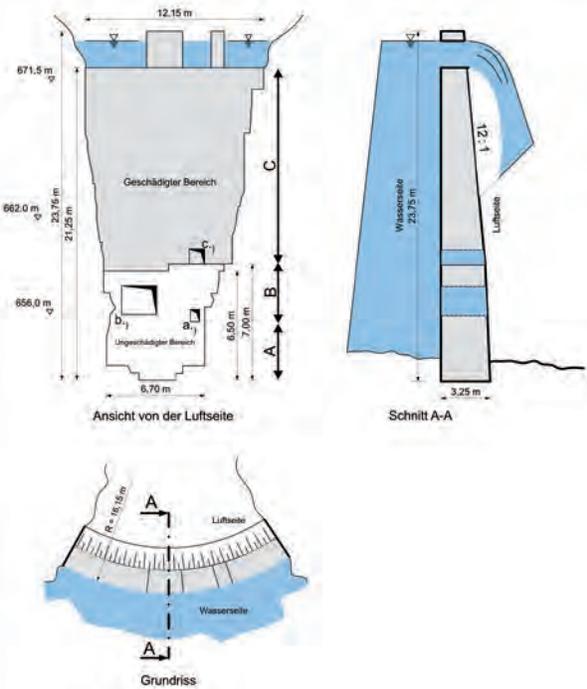


Abb. 1: Geometrie der Rettenbachsperre im Ursprungszustand

Fig. 1: Initial geometry of the Rettenbachsperre



Abb. 2: Bilder aus der visuellen Inspektion: luftseitige Ansicht der Sperre

Fig. 2: Pictures from the visual inspection: Upstream view of the dam

4. Statische Modellbildung der Struktur

Im ersten Schritt der Untersuchungen erfolgte die statische Modellbildung an der ungestörten Struktur. Als Einwirkung wurde der einfache hydrostatische Wasserdruck angesetzt. Die Modellbildung hatte zum Ziel, jene Bereiche der Sperre zu lokalisieren, an denen kritische Spannungsverhältnisse vorhanden sind, um genau dort die Bohrkernentnahmen vorzunehmen.

Die Bogensperre wurde als Flächentragwerk mit Hilfe der Finiten Elemente-Methode abgebildet (Abb. 3). Als Elemente kamen 802-QUAD-Elemente, welche sowohl die Normalkräfte als auch die Biegemomente übertragen, zum Einsatz.

Da über die Einspannung der Bogenmauer in den Fels, über den Mauerzustand im Bereich der Einspannung als auch den Fels selbst wenig Informationen zugänglich waren, erfolgte die Betrachtung des Flächentragwerkes sowohl unter einer völligen Einspannung (Spannungsmaxima in den Flanken) als auch unter einer gelenkigen Lagerung (Spannungsmaxima in Bogenmitte).

Betonfestigkeitsklasse C 20/25

Elastizitätsmodul (E)	29000 [MPa], [N/mm ²]
Druckfestigkeit (f_{ck})	18,75 [MPa]
Zugfestigkeit (f_{ctm})	2,20 [MPa]
Schubmodul (G)	12429 [MPa]
Wichte (γ)	23,0 [kN/m ³]
Materialsicherheit	1,50 [-]

Tab. 1: Materialkennwerte der Modellierung, nach ÖNORM B 4700 [1]

Table 1: Material characteristics for the calculation according to ÖNORM B 4700

Als Material wurde für die Modellierung die Betonklasse C 20/25 (lt. ÖNORM B 4700) in Anlehnung an Mischungsangaben für Sperrentragwerke aus dieser Zeit gewählt. Die in Rechnung gestellten Kennwerte können der Tab. 1 entnommen werden.

Zugang bzw. Antransport der Bohrausrüstung zum Klausenbauwerk möglich ist. Es musste also mittels LKW und Kranaufbau ein Hebekorb an der Luftseite des Bauwerkes in die Felsschlucht hinab gelassen werden. Zunächst wurde die Anordnung der benötigten 7 Bohrlöcher mittels Signalfarbe

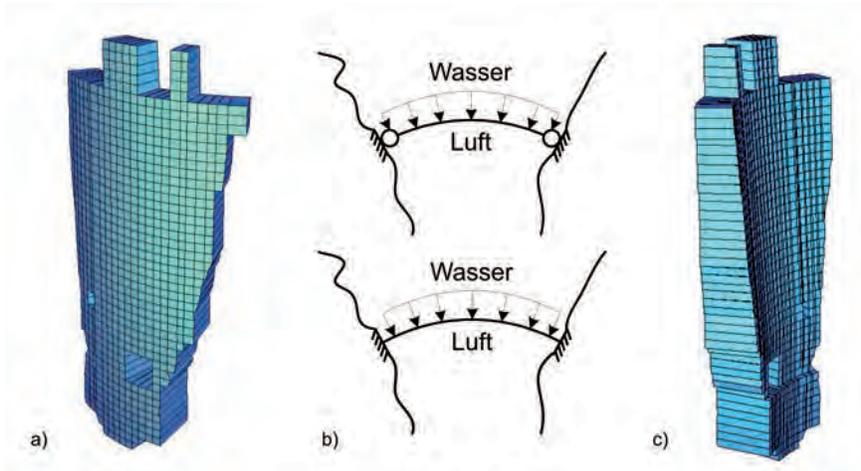


Abb. 3: Systembildung: (a) 3D-Ansicht aus der FEM; (b) Statische Systemannahmen, oben: gelenkige Lagerung, unten: völlige Einspannung; (c) 3D-Ansicht aus der FEM

Fig. 3: Static models: (a) Back view of the 3D FEM; (b) static system, above: simply supported arch; below: clamped supported arch; (c) Front view of the 3D FEM

Auf Basis der statischen Modellbildung [4] wurden die in Abb. 4 gekennzeichneten Bohrkernentnahmen angeordnet. Die Stellen der Bohrkernentnahmen sind auch in Tab. 2 angegeben.

5. Bohrkernentnahmen

Die Zielsetzungen dieser Kernentnahmen waren die Prüfung der Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Bruchenergie des Betons. Weiters können daraus Rückschlüsse auf die Homogenität der Wand und der Flankenverhältnisse gezogen werden.

Aufgrund der Tatsache, dass das Bauwerk wasserseitig bis zur Abflusssektion verlandet ist, konnten die Bohrkernentnahmen lediglich von der Luftseite aus gewonnen werden. Hier ergab sich jedoch das Problem, dass sich unterhalb des Bauwerkes eine 20 Meter tiefe Felsschlucht befindet, durch die kein

markiert. Im Anschluss daran wurde am Hebekorb das Bohrgeschütz befestigt und die Bohrkernentnahmen gewonnen. Das für die Kühlung des Bohrgeschützes benötigte Wasser wurde mittels Kompressor aus dem noch intakten Grundablass der Rettenbachklausen in die jeweils benötigte Höhe gepumpt. Der Bohrfortschritt gestaltete sich sehr unterschiedlich, da sowohl harte Schichten (Fels, Bewehrungsteile), als auch weiche Partien mit großen Luftporen angetroffen wurden.

Nach 2 Tagen konnten die Bohrarbeiten zum Abschluss gebracht werden. Die gewonnenen Bohrkernentnahmen (mit einer Länge zwischen 2,5m und 4,0m) wurden gemessen, markiert, in gefertigten Transportkisten verstaut und der Betonprüfstelle des Landes Oberösterreich (BPS) für weitere Laboruntersuchungen übermittleit [3].

Nr.	Lage	
	Horizontal	Vertikal
1	Nahe an der Einbindung in den Fels	auf Niveau 665,0 m
2	etwa 0,5 m linksufrig versetzt zur Vertikalachse	auf Niveau 665,5 m
3	in Nähe Vertikalachse	auf Niveau 665,0 m Sperrnzenrum
4	etwa 0,5 m rechtsufrig versetzt zur Vertikalachse	auf Niveau 664,5 m
5	Nahe an der Einbindung in den Fels	in Fuge alter / neuer Beton
6	in Nähe Vertikalachse	in Fuge alter / neuer Beton
7	in Nähe Vertikalachse	in Sohlhöhe

Tab. 2: Entnahmestellen der Bohrkern

Table 2: Withdrawal locations of the drilling cores

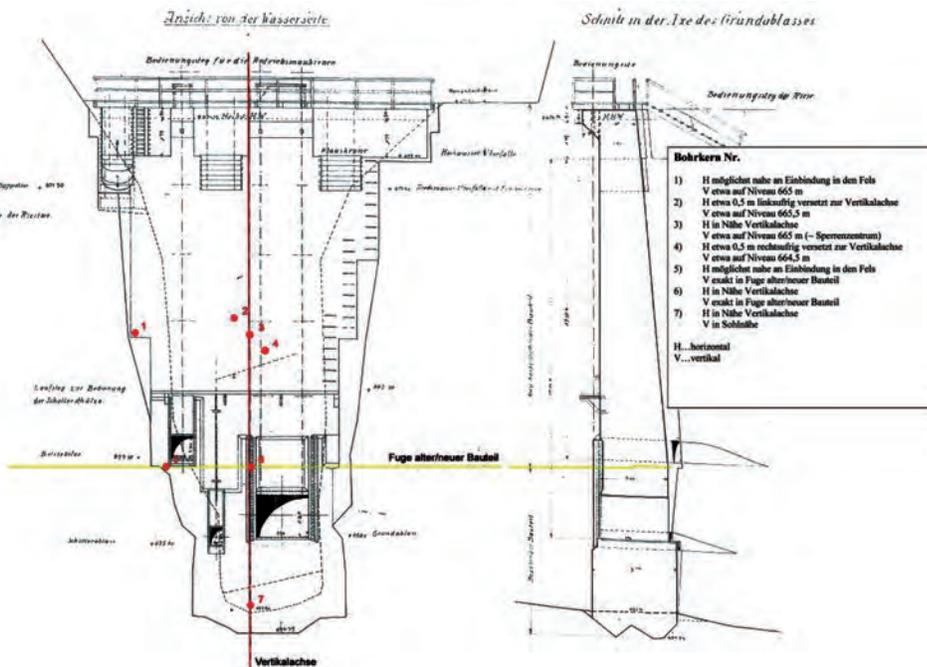


Abb. 4: Entnahmestellen der Bohrkern (Blick bachabwärts)

Fig. 4: Withdrawal locations of the drilling cores (view downstream)

Die Ergebnisse der Prüfung der Materialkennwerte sind in Tab. 3 zusammengefasst.

Bohrkernentnahme	Bereich	Betongefügebeurteilung (lt. Tab. 4)	Maßnahme: Reduktion des Rechenwertes der Dicke
1	C / Flanke	Klasse ≥ 4	40 -70%
2	C / Mitte	Klasse ≥ 4	40 -70%
3	C / Mitte	Klasse ≥ 4	40 -70%
4	C / Mitte	Klasse ≥ 4	40 -70%
5	B / Flanke	Klasse ≥ 4	0%
6	B / Mitte	Klasse < 4	0%
7	A / Mitte	Klasse < 4	0%

Tab. 3: Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen

Table 3: Results from examinations based on the drilling cores

Bei der Bohrkernentnahme vor Ort wurden des Weiteren im unteren Bereich von C Betonerosionen bis zu einer Tiefe von 30 cm festgestellt (Abb. 2). Die nachfolgende Legende zur Beurteilung der Betongefüge ist dem Bericht der BPS entnommen:

Beurteilung	
1	Fast keine Verdichtungssporen sichtbar, keine Risse, Korngerüst gut abgestuft
2	Wenig Verdichtungssporen sichtbar, keine Risse, Korngerüst gut abgestuft oder zumindest ohne deutliche Mängel
3	Relativ viele Verdichtungssporen sichtbar, aber keine Risse, Korngerüst mit deutlichen Mängeln
4	Sehr viele Verdichtungssporen sichtbar, Risse oder Ähnliches erkennbar, gerade noch Probekörper herstellbar
5	Keine Probekörper mehr herstellbar, sehr viele Verdichtungssporen, Risse oder ähnliches, (Gefügestörungen, Korngerüst mit deutlichen Mängeln)

Tab. 4: Legende der Beurteilung der Betongefüge [BPS/B5.066-01 / 05]

Table 4: Legend of the judgement for concrete samples [BPS/B5.066-01 / 05]

6. Statischer Nachweis auf Basis der Bohrkernergebnisse

Auf Basis der Bohrkernuntersuchungen wird die Lagerung im Modell in den Flanken gelenkig modelliert. Weiters werden zwei Varianten mit unterschiedlich reduzierten Wandstärken simuliert. In der Variante 1 erfolgt eine Reduktion der Wandstärke des Bereiches C auf 40 % bzw. in der Variante 2 auf 70 % (Abb. 5).

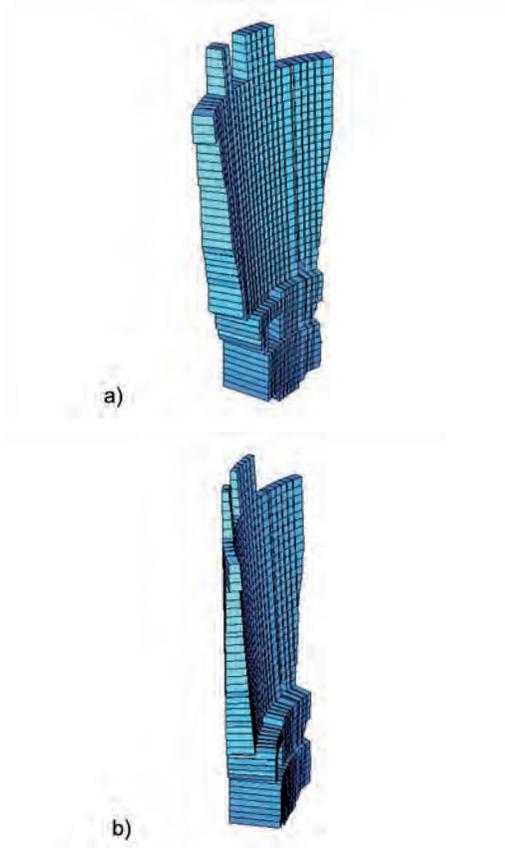


Abb. 5: Variantenstudie des Schädigungsmaßes: (a) Variante 1 bis 40 % Wandstärkeverlust im Bereich C; (b) Variante 2 bis 70 % Wandstärkeverlust im Bereich C

Fig. 5:
Model study according the damage degree: (a) Model 1: 40 % loss of the wall thickness in region C; (b) Model 2: 70 % loss of the wall thickness in region C

Als Einwirkung wird ein 3-facher hydrostatischer Wasserdruck in Rechnung gestellt. Die Größe dieser Einwirkung ergibt sich aus Gleichung (1).

$$p = (\gamma_B \cdot e_0 + \gamma_W \cdot f_{dyn}) = 3 \cdot \gamma_W \cdot h$$

mit:

$$\gamma_G = 20 - 25 \text{ kN/m}^3$$

(Wichte des Geschiebes hinter der Sperre)

$$e_0 = 0,5$$

(Ruhedruckbeiwert des Erddruckes)

$$\gamma_W = 10 \text{ kN/m}^3$$

(Wichte des Wassers hinter der Sperre)

$$f_{dyn} = 2$$

(dynamischer Druckbeiwert bei freier Anströmung)

Die numerische Simulation auf Basis dieser Modellanpassung ergibt die im Folgenden dargestellten Spannungsverteilungen.

Für die Bogensperre mit 40% Wandstärkeverlust treten auf der Luftseite horizontale Spannungen in der Größe von -6,62 MPa (Druck) bis 5,78 MPa (Zug) und vertikale Spannungen in der Größenordnung von -3,23 MPa bis 2,16 MPa auf (Abb. 6).

Auf der Wasserseite treten die horizontalen Spannungen in der Größe von -10,2 MPa bis 2,37 MPa auf, die vertikalen Spannungen liegen im Bereich von -2,17 MPa bis 3,22 MPa (Tab. 5).

Für die Bogenmauer mit 70% Wandstärkeverlust treten auf der Luftseite horizontale Spannungen in der Größe von -9,86 MPa bis 10,1 MPa und vertikale Spannungen in der Größenordnung von -5,92 MPa bis 4,78 MPa auf (Abb. 7).

Auf der Wasserseite liegen die horizontalen Spannungen zwischen -17,4 MPa und 2,74 MPa, die vertikalen Spannungen zwischen -3,86 MPa und 5,83 MPa (Tab. 5).

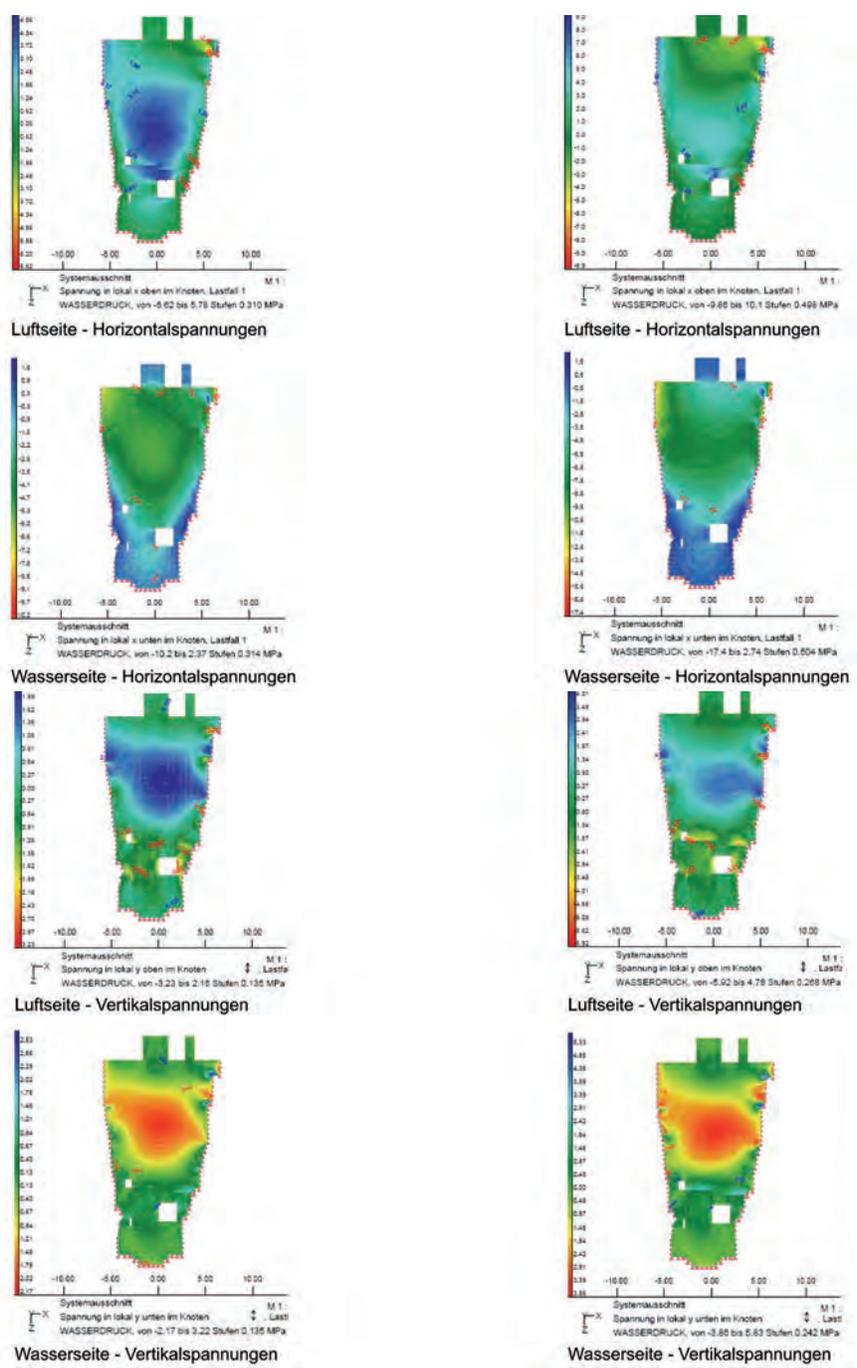


Abb. 6: Spannungsverteilungen; 40 % Wandstärkeverlust im Bereich C; dreifacher hydrostatischer Wasserdruck (Blick bachabwärts)

Abb. 7: Spannungsverteilungen; 70 % Wandstärkeverlust im Bereich C; dreifacher hydrostatischer Wasserdruck (Blick bachabwärts)

Fig. 6: Stress distribution; 40 % loss of the wall thickness in region C; load = triple hydrostatic water pressure (view downstream)

Fig. 7: Stress distribution; 70 % loss of the wall thickness in region C; load = triple hydrostatic water pressure (view downstream)

	Spannungen in lokal x – Luft [MPa]	Spannungen in lokal y – Luft [MPa]	Spannungen in lokal x – Wasser [MPa]	Spannungen in lokal y – Wasser [MPa]
40 % Dickenverlust im Bereich C	-6,62	-3,23	-10,2	-2,17
	5,78	2,16	2,37	3,22
70 % Dickenverlust im Bereich C	-9,86	-5,92	-17,4	-3,86
	10,1	4,78	2,74	5,83

Tab. 5: Maximalwerte der Spannungen

Table 5: Maximum values of the calculated stresses

Neben den 40 % und 70 % Wandstärkeverlusten wurden auch Zwischenstärken modelliert um mögliche nichtlineare Strukturantworten ausschließen zu können. Abb. 8 zeigt die maximal auftretenden Zug- und Druckspannungen. Es liegt eine lineare Beziehung zwischen den Spannungen und der Wandstärke vor.

7. Resultat der numerischen Untersuchung

Für eine angenommene 70-prozentige Wandstärke-reduktion der Bogensperre im Bereich C ergeben sich maximale Druckspannungen in Höhe von -17,4 MPa und maximale Zugspannungen in Höhe von 10,1 MPa. Die Druck- und Zugspannungen überschreiten die Bemessungswerte nach ÖNORM B 4700 mit $f_{cd} = -14$ MPa (Druck) und $f_{td} = 1,63$ MPa (Zug).

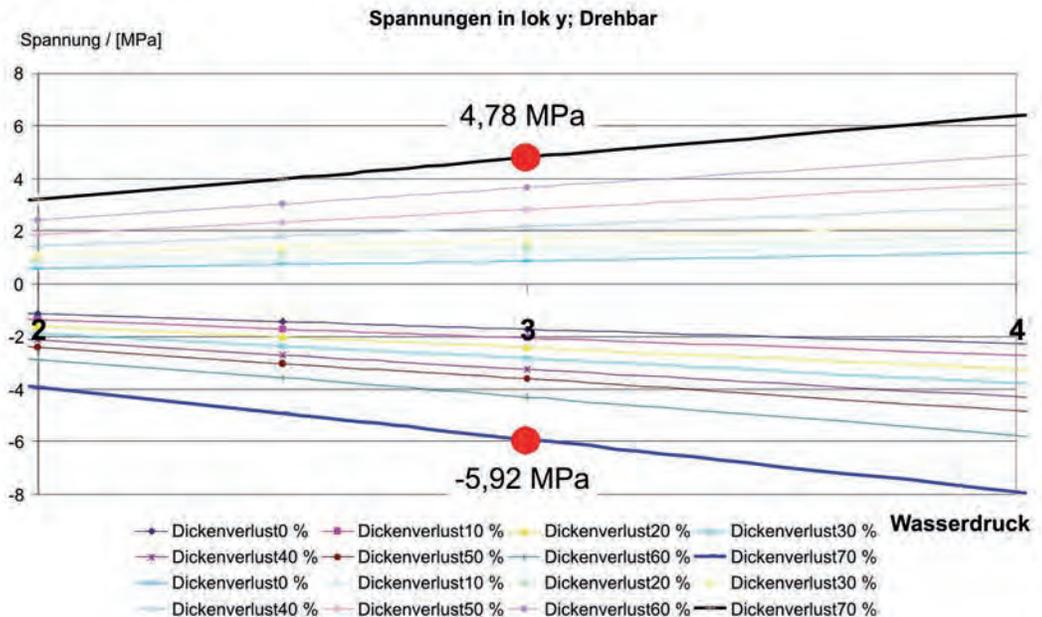


Abb. 8: Lineare Strukturantwort auf unterschiedliche Belastungen und Wandstärkereduktionen

Fig. 8: Linear structural responses according different loading and different wall thicknesses

Für die 40-prozentige Wandstärkereduktion der Bogensperre ergeben sich maximale Druckspannungen in Höhe von -10,2 MPa und maximale Zugspannungen in Höhe von 5,78 MPa. Die Druckspannung liegt somit innerhalb, die Zugspannung jedoch außerhalb der Bemessungswerte.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann der Bemessungsnachweis nach ÖNorm B 4700 für eine Dickenreduktion von 70 Prozent nicht eingehalten werden. Für die Einhaltung der Normen ist somit ein Sanierungskonzept auszuarbeiten.

8. Sanierungsvorschlag

Um die Beanspruchung des vorhandenen Sperrkörpers zu reduzieren, sind geeignete Verstärkungsmaßnahmen erforderlich. Um den Gesamteindruck der Sperre zu erhalten, wird von einer Vorsatzschale abgesehen. Die geringsten Beeinträchtigungen können durch die Anordnung von Horizontalriegeln erzielt werden. Durch die Änderung des statischen Systems ist es möglich die auftretenden Zugspannungen unter den Bemessungswert zu senken. Es werden vier Horizontalriegel mit den Querschnittsabmessungen 1,20 m auf 1,70 m in den Höhen von 8,0 m; 11,5 m; 16,5 m und 20,5 m vorgeschlagen (Abb. 9). Der oberste Riegel muss jedoch soweit auskragen, dass der Überfallsstrahl die Sperrenvorderseite nicht beaufschlagt.

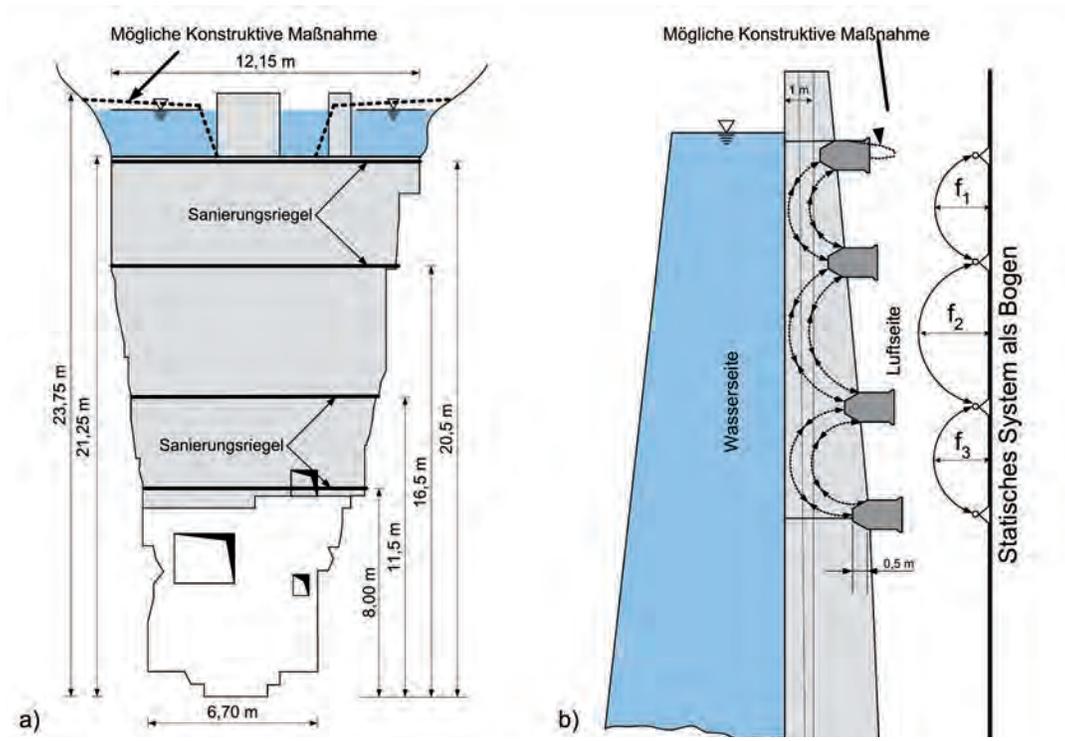


Abb. 9: Verstärkungskonzept: (a) Ort der Sanierungsriegel, Ansicht: Luftseite; (b) Wirkungsweise der Sanierungsriegel

Fig. 9: Strengthening concept: (a) Location of the strengthening beams; view = upstream; (b) Static system of the strengthening beams

Die Geometrie und die erforderliche Betongüte der Riegel (Beton C 50/55) ergeben sich aus dem Nachweis eines exzentrisch belasteten Druckstabes.

In den folgenden beiden Tabellen (Tab. 6, Tab. 7) werden die maximal auftretenden Spannungen in der Sperre mit und ohne Sanierungsriegel gegenübergestellt.

Szenario	Spannungen in lokal x – Luft [MPa]	Spannungen in lokal y – Luft [MPa]	Hauptspannungen Luftseite [MPa]	Hauptspannungen Wasserseite [MPa]
Ohne Sanierung	-6,62 (Druck) 5,78 (Zug)	-3,23 (Druck) 2,16 (Zug)	-4,24 (Druck) 5,39 (Zug)	-6,70 (Druck) 2,34 (Zug)
Mit Sanierung	-1,38 (Druck) 1,98 (Zug)	-1,54 (Druck) 1,01 (Zug)	-1,13 (Druck) 1,79 (Zug)	-1,64 (Druck) 2,04 (Zug)

Tab. 6: Gegenüberstellung der maximalen Spannungen bei dreifachem Wasserdruck und 40-prozentigem Wandstärkeverlust – mit und ohne Sanierungsriegel

Table 6: Comparison of the maximum stress in the dam with and without strengthening considering 40 % loss of the wall thickness in region C and a triple hydrostatic water pressure

Szenario	Spannungen in lokal x – Luft [MPa]	Spannungen in lokal y – Luft [MPa]	Hauptspannungen Luftseite [MPa]	Hauptspannungen Wasserseite [MPa]
Ohne Sanierung	-9,86 (Druck) 10,1 (Zug)	-5,92 (Druck) 4,78 (Zug)	-6,76 (Druck) 7,24 (Zug)	-12,7 (Druck) 3,96 (Zug)
Mit Sanierung	-2,04 (Druck) 2,13 (Zug)(*)	-2,68 (Druck) 1,35 (Zug)	-1,97 (Druck) 1,92 (Zug)(*)	-2,40 (Druck) 3,14 (Zug)(*)

*) Die Überschreitung der hier vorliegenden Zugspannungen treten vereinzelt als Singularitäten bei den Auflagerungen auf und können bei Berücksichtigung der Bogentheorie vernachlässigt werden

Tab. 7: Gegenüberstellung der maximalen Spannungen bei dreifachem Wasserdruck und 70-prozentigem Wandstärkeverlust – mit und ohne Sanierungsriegel

Table 7: Comparison of the maximum stress in the dam with and without strengthening considering 70 % loss of the wall thickness in region C and a triple hydrostatic water pressure

Die geringfügig außerhalb der Bemessungswerte liegenden Zugspannungen können vernachlässigt werden, da die Gewölbetragswirkung zwischen den Riegeln im statischen Modell nicht berücksichtigt wurde.

9. Schlussfolgerung

Die visuell beobachteten Schäden konnten durch die Bohrkernentnahme bestätigt werden

Die visuelle Inspektion kann nur ein Hinweis auf eine mögliche Reduktion der Tragfähigkeit des Bauwerkes liefern. Der Grad der Schädigung kann nur durch eine Sperrenprüfung (Bohrkernwertung, statische Modellsimulationen) festgestellt werden.

Dabei hat sich die gewählte Vorgehensweise, die Schädigung als Reduktion der Wandstärke im statischen Modell zu simulieren, als praktikabel erwiesen. Zugleich kann dieses Modell zur Ausarbeitung von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden.

10. Literatur

[1] HÜBL J., HOLUB M., PICHLER A., CHIARI M. (2006): Projektierungsarbeiten Rettenbach; IAN Report 102, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)

[2] ÖNORM B4700 (2001); 3.4.1.1, Tab. 4; Stahlbetontragwerke, EURO-CODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung; Wien; Österreichisches Normungsinstitut

[3] PÜRSTINGER C. (2006): Bohrkernuntersuchungen unter schwierigen Bedingungen, FTD für WLW, Sektion OÖ, Gebietsbauleitung Salzkammergut, Bad Ischl (unveröffentlicht)

[4] STRAUSS A., PUZ U., BERGMEISTER K. (2006): Nachweis Rettenbachsperre & Sanierungskonzept, Bericht Nr. 875-05-016, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)

Autoren:

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl
 Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Bautechnik + Naturgefahren
 Institut für Alpine Naturgefahren
 1190 Wien, Peter Jordan Straße 82

Dipl.-Ing. Michael Schiffer
 Dipl.-Ing. Christian Pürstinger
 Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
 Gebietsbauleitung Salzkammergut
 Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl, Österreich

Dipl.-Ing. Dr. Alfred Strauss
 Dipl.-Ing. Ulrich Puz
 DDipl.-Ing. Jürgen Suda
 Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Bautechnik + Naturgefahren
 Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
 1190 Wien, Peter Jordan Straße 82

Ihr verlässlicher Partner

GeoExpert



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

GeoExpert Research and Planning GmbH

Ingenieurbüro für Forstwirtschaft und Geologie
 Brunhildengasse 1 - 1150 Wien - Tel. 01/367 44 05 - office@geoexpert.at - www.geoexpert.at



THOMAS HUBER

Methoden der Zustandsanalyse und Sanierung von Steinschlagschutzbauwerken der WLV – Controlling

Analysis of the building's condition and reconstruction from rockfall protective structures

Zusammenfassung:

Die Bestrebungen im technischen Steinschlagschutz gehen dahin, dass im Sinne des mittel- und langfristigen Schutzes Steinschlagschutzdämme errichtet werden. Neben dem sehr hohen Energieaufnahmevermögen sind sie auch nahezu wartungsfrei. Bei ungünstigen Geländeverhältnissen bzw. unzureichenden Platzverhältnissen kann bis zu einer kinetischen Energie von 5000 kJ mit Steinschlagnetzschutzsystemen die geforderte Sicherheit erreicht werden. Die Wartung und laufende Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des Systems ist wesentlicher Bestandteil der Erfolgsgarantie im Ereignisfall.

Summary:

If there is enough place and geomorphologic situation allows it, best rockfall protection structure is to build up a dam (rock fill-, earth fill-, armoured soil dam). On one hand they have a very high energy absorption capacity and on the other there is normally no preventive maintenance necessary. Otherwise you can reach required security with net protection structures up to a limited kinetic Energy from 5000 kJ. Maintenance and current control of effectiveness of the system are essential to be successful during the event.

Ursprünglich waren nur Schutzdämme und einfache Bauwerke (Palisadenkonstruktionen und einfache Netzkonstruktionen) als Steinschlagschutzmaßnahmen möglich und wurden nur vereinzelt ausgeführt. Mit der allgemeinen Sensibilisierung der Bevölkerung hinsichtlich Naturgefahren und der Nutzung peripherer Siedlungsbereiche abseits von Wildbächen und Lawinen ist eine deutliche Bedarfssteigerung entstanden. Mit der technischen Entwicklung der Steinschlagschutznetzsysteme kam es zu einem direkten Boom bei der Durchführung von Steinschlagschutzsicherungsmaßnahmen.

Wann immer es die Verhältnisse vor Ort erlauben, werden Steinschlagschutzdämme errichtet. Diese bieten die höchste Sicherheit, auch in Hinblick auf die eventuellen Unsicherheiten bei der Bemessung, und sind nahezu wartungsfrei. In der Gebietsbauleitung wurden bereits 2.300 lfm Steinschlagschutzdämme verschiedenster Höhen und Bautypen (Schüttdämme, Drahtschotterkörper bzw. Steinschichtungsdämme, bewehrte Erde,..) errichtet.



Abb. 2: Mit dem kombinierten Steinschlagschutzdamm (Steinschichtung mit aufgesetzter bewehrter Erde) und einem dämpfenden Fallboden wird der Schutz für ein Gewerbegebiet erreicht

Fig.2: With the new dam (combination between rockfill and armoured soil dam) and absorption front end the industrial area was protected.

In den von Natur aus nicht mit genügend sicherem Siedlungsraum gesegneten Tälern bewirkten die beengten Platzverhältnisse mit den vorherrschenden Wildbach- und Lawinengefährdungen das Ausweichen in vermeintlich sichere Bereiche. Diese stellen sich heute oft als steinschlaggefährdete Lagen heraus. Vielfach wurden zum Schutz von Siedlungen Steinschlagschutznetze errichtet.

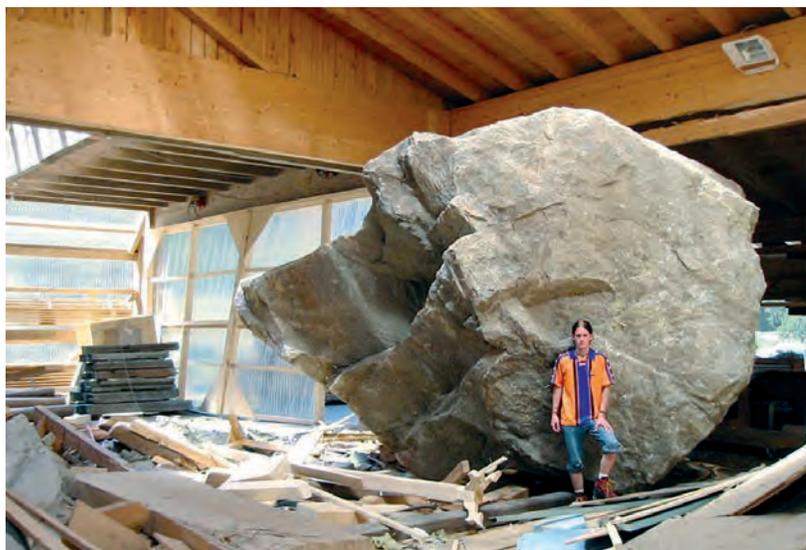


Abb. 1: Ein Block mit über 40 m³ forderte ein Menschenleben und zerstörte die Zimmerei.

Fig.1: This boulder with more than 40 m³ demanded one victim and razed the carpentry.

Die budgetären Aufwendungen für Steinschlagschutzmaßnahmen sind in den letzten Jahren laufend gestiegen.

In der Gebietsbauleitung Oberes Inntal des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung wurden im Jahr 2006 bei einem Gesamtbudget von 9,8 Mio. Euro ca. 15 % für Steinschlagschutzmaßnahmen (1,47 Mio. Euro) ausgegeben.



Abb. 3: Siedlung am Steilhang unterhalb eines Schutzwaldes im Tiroler Paznauntal mit bergseitigem Steinschlagschutznetz

Fig. 3: Settlement on a scarp in the Paznaun valley in Tyrol below a rockfallnet protection system

In den letzten 10 Jahren war eine enorme technische Weiterentwicklung bei den verschiedenen Schutzsystemen zu beobachten. Dank zahlreicher Feldversuche mit ausgefeilter Dokumentation, Nachrechnung und praxistauglicher Umsetzung der gewonnenen Ergebnisse konnte ein gewaltiger Fortschritt erreicht werden. Bei den praktischen Umsetzungsvorgängen (Montagetechnik, -logistik und Bohr- und Ankertechnik) waren vielfach die Anregungen seitens der Mitarbeiter der Dienststelle für die verschiedenen Herstellerfirmen von Bedeutung.

Mitte der 90er Jahre wurden die ersten Schutznetze im Bereich der Gebietsbauleitung Oberes Inntal aufgestellt und seitdem sind über 5.000 lfm Steinschlagschutznetze verschiedenster Typen und Hersteller errichtet worden. Zusätzlich wurden über 3.000 lfm schlaaffe Anker bei Felsverankerungen, mit und ohne Ankerwarzen, versetzt. Entsprechend den technischen Notwendigkeiten wurden bis dato 29 vorgespannte Anker mit einer Länge bis zu 20 m eingebaut. Zum Schutz vor abplatzendem Gestein wurden ca. 10.000 m² Felsfläche lokal vernetzt.



Abb. 4, 5 u. 6: Ankermontage im Steilgelände, Vernetzung und lokale Stützung einzelner Blöcke mittels verankerter Betonpfeiler, Felswand mit Ankerwarzen und Plomben mit Vorspannankern

Fig. 4, 5 and 6: Rock anchor assembling in the rock face, crosslinking from a rock surface; rock face with concret seal and untensioned anchors

Vom Ereignis her betrachtet, haben Steinschlag-schutznetze äußerst ungünstige Voraussetzungen zu erfüllen und es werden sehr hohe Anforderungen an sie gestellt. Nach oft „jahrelangem Herumhängen“ müssen im Ereignisfall sehr hohe kinetische Energien in kürzester Zeit abgearbeitet werden. Dies bedingt einen optimalen Funktions-zustand des gesamten Systems. Bereits minimale Schäden am Verankerungs-, Abspann- und Trag-werkssystem können im Ereignisfall zum Versagen des gesamten Systems führen.

Im Bewusstsein der hohen Erwartungen, welche seitens der Nutznießer vorausgesetzt werden, ist das Schadenspotenzial entsprechend hoch anzunehmen. Aus diesem Grund werden die Steinschlag-schutzverbauungen in der Gebietsbauleitung jährlich begangen und kontrolliert. Dafür ist die genaue Bestandserfassung und laufende Adaption unumgänglich.

1. Sichtkontrolle

Im Rahmen der Be-gehung durch den Wildbachaufseher wird eine Sichtkontrolle betreffend des gesamten oberirdischen Systems (Schäkel, Nähseile, Bolzen, Bremsen-elemente, Drahtgeflechtauf-lagen, etc.) durchgeführt. Weiters werden jede Stütze auch hinsichtlich der Neigungen und allfällig auch Grundverhältnisse (Unterspülung, Tierschäden, Grundbruch etc.) begutachtet. Zudem wird der Zustand der Seile beurteilt (Beschädigungen an Verzinkungen, etc.). Kleinere Ereignisse werden vermerkt bzw. bei

Auslösen oder erkennbaren Deformationen am System für die weitere fachtechnische Überprüfung dem zuständigen Techniker gemeldet.

Nachdem Steinschlagschutznetze vielfach unterhalb von Schutzwäldern positioniert sind, wird bereits beim Bau auf eine einfache Handhabung zur Öffnung der Netze im Bringungsfall geachtet. Vereinbarungsgemäß muss für die Holzbringung die zuständige Dienststelle informiert werden und es wird nach erfolgter Fertigstellungsmeldung eine Kontrolle vor Ort durchgeführt



Abb. 7: Steinschlagschutznetz nach Beaufschlagung

Fig. 7: Net protection system after impact

2. Kontrolle nach Beaufschlagung

Falls es zu einer Beaufschlagung und Auslösung des Systems gekommen ist, wird durch einen Techniker der Gebietsbauleitung eine genaue Erhebung durchgeführt. Bei Beschädigung von Netzkomponenten werden diese ausgetauscht und nach Ansprache der Anker (Mörtelbeschädigungen, etc.) diese allenfalls erneuert.

Für Felsvernetzungen ist eine Sichtkontrolle vor-

gesehen und im Falle von Abplatzungen, Ankerkopfschäden, etc. wird eine fachgerechte Sanierung in die Wege geleitet.

3. Anker:

Schlaffe Anker werden einer Sichtkontrolle unterzogen. Primär wird von einem ordnungsgemäßen Einbauzustand ausgegangen und es werden allfällige Abweichungen beurteilt (Stahl, Vermörtelung, Abplatzungen im Zusammenhang mit Frost-Tauwechsel-Schäden). Zusätzlich können durch die



Abb. 8 und 9: Eingebauter Einstabanker und Spannvorgang mittels Presse

Fig. 8 and 9: Pretensioning of anchors

Überprüfung der Spannung der Mutter entsprechende Veränderungen festgestellt werden und diese werden ebenfalls protokolliert und im Bedarfsfalle wird Rücksprache mit dem zuständigen Techniker der Gebietsbauleitung durchgeführt.

Die vorgespannten Anker werden primär vom Techniker der Bauleitung kontrolliert und maßgebliche Vorspannanker werden fix mit einer Messuhr ausgestattet und jährlich kontrolliert. Alle anderen werden im 5-jährigen Intervall einer Überprüfung der Vorspannkraft unterzogen. Nach ursprünglichen Fremdvergaben wird dies nunmehr durch die eigenen Techniker, welche sich ein Prüfgerät mieten, durchgeführt.

Schlussfolgerungen:

Mit der zunehmenden Technologisierung bei den Steinschlagschutzsicherungsmaßnahmen muss der laufenden Kontrolle und Wartung ein erhöhtes Augenmerk gewidmet werden um die erwarteten Anforderungen erfüllen und die geforderte Sicherheit garantieren zu können.

Anschrift des Verfassers / Authors address:

DI Thomas HUBER
Gebietsbauleitung Oberes Inntal
Langgasse 88
A-6460 Imst
Tel. +43 / 664 / 3330783

Wir lösen Ihren temporären Druckluft- oder Strombedarf



Atlas Copco Mietservice

Tel: +43 1 760 12 208

veronika.freitag@at.atlascopco.com

www.atlascopco.at

Atlas Copco



GH GEOTECHNIK - HENZINGER

Zivilingenieur für Bauwesen

A-6094 Grinzens, Plattach 5

Tel.: 05234 65533, Fax.: 67233

e-mail: j.henzinger@aon.at

www.geotechnik-henzinger.at

i.n.n.

ingenieurbüro

ploner & sönsler KEG

A-6020 innsbruck, grabenweg 9

office@inn-ingenieurbuero.at

public-private-partnership

ROMANG H.

Zustandserfassung und -bewertung von Wildbachverbauungen

Monitoring and Assessment of Control Structures in Torrents

Zusammenfassung:

Zustandserfassung und -bewertung sind Teil der Bauwerksbewirtschaftung (Unterhalt). Es werden verschiedene Vorgehen aus der Schweiz gezeigt, wie der Zustand erfasst werden kann. Die Bewertung des Zustandes wird auf ein einheitliches Konzept gestellt, welches durch die Begriffe Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit repräsentiert wird. Es wird kurz auf einige Besonderheiten dieser Begriffe im Zusammenhang mit Wildbachverbauungen eingegangen. Schließlich wird der Bezug zur Beurteilung der Schutzwirkung der Maßnahmen im Siedlungsgebiet hergestellt, indem die bautechnische Bewertung in diesem Sinn umgesetzt wird.

Summary:

The management of control structures is based on data from monitoring and its interpretation. In the article several examples from Switzerland about monitoring of torrent control structures are shown. The assessment is based on a general concept represented by the terms structural safety, functionality, and durability. Some characteristics of these terms concerning their application to torrent control works are briefly discussed. Finally, the results of the technical assessment are transferred to assess the effectiveness of the protection measures regarding hazard reduction in the potentially endangered settlement areas.

Die Bedeutung von Überwachung und Unterhalt

Der Unterhalt von Schutzmaßnahmen dient der Erhaltung von Bausubstanz und der Funktion. Basis für die Planung und Ausführung solcher Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten ist die Kenntnis über den aktuellen und absehbaren Werkszustand respektive die damit verbundene Sicherheit und Funktionalität. Aufgrund der bisherigen Entwicklung im Wildbachverbau ist analog zur allgemeinen Situation im Bauwesen mit einem weiteren Anstieg der Unterhaltsaufwendungen zu rechnen. Damit ist nicht nur die Frage nach der technisch optimalen Bauwerksbewirtschaftung verbunden. Vermehrt geht es darum zu bewerten, ob der Schutz durch die Schutzmaßnahmen den zu schützenden Werten angemessen ist. Dies schließt sowohl Ausweitungen des Schutzkonzeptes wie auch das Aufgeben von bestehenden Schutzbauten ein. Damit wird klar, dass Zustandserfassung und -bewertung zwar in erster Linie bautechnisch motiviert und beeinflusst sind, dass aber Bedeutung und Wirkung in den gesamten Bereich des Risikomanagements hinausstrahlen.

Die Zustandskontrolle von Wildbachverbauungen wird vielerorts seit längerem gemacht, ja, es hat sich daraus mancherorts in kleinem Rahmen eine eigentliche Tradition entwickelt. Allerdings sind die Unterschiede zwischen verschiedenen Gebieten enorm, sei dies bezüglich der Ausgestaltung und des Detaillierungsgrades, der Zuständigkeiten oder nicht zuletzt der Umsetzung. Dazu ist anzumerken, dass die Finanzierung von Unterhaltsarbeiten dem Werkeigentümer und damit in der Regel der Gemeinde oder einer eigens dafür gebildeten lokalen öffentlich-rechtlichen Körperschaft obliegt, was natürlich die Ausführung erheblich beeinflusst. Mit einer Änderung der Finanzordnung in der Schweiz (dem so genannten „Neuen Finanzausgleich“, NFA) dürften sich hier neue Möglichkeiten ergeben.

Eine gewisse Systematisierung der Zustandserfassung und speziell der -bewertung scheint deshalb angebracht. Nur so können die eingangs erwähnten Punkte der Bauwerksbewirtschaftung und im weiteren Sinn des Risikomanagements auf eine überregional vergleichbare Basis gestellt werden. Exemplarisch kann hier der Begriff des Controllings eingebracht werden, welches gerade durch die flexibleren Möglichkeiten des NFA an Bedeutung gewinnen wird. Im vorliegenden Artikel werden deshalb Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Zustandserfassung und -bewertung in diesem Sinn gestaltet werden kann.

Zustandserfassung und -bewertung – eine Langfrist-aufgabe

Jedes Bauwerk unterliegt externen Einflüssen und internen Veränderungen, welche es altern lassen. Diese Entwicklung, welche eine Abnahme der Funktionalität oder der Sicherheit mit sich bringt, wird modellhaft in Abb. 1 dargestellt. Die Zustandserfassung verfolgt diesen Prozess mit. Sie zeichnet den dargestellten Kurvenverlauf nach und kann so entscheidend mithelfen zu bestimmen, wann Unterhaltsarbeiten angebracht sind (Verlauf der Sägezahnkurve in Abb. 1). Allerdings verläuft dieser Prozess in einem relativ unbestimmten Raum, solange a) der Anfangspunkt (Schnittpunkt mit der y-Achse in Abb. 1) nicht bekannt ist und b) die kritische Grenze, unter der das Bauwerk seine Funktion nicht mehr erfüllen kann (z.B. bei einer Sperre wäre dann im Lastfall ein Versagen zu erwarten), nicht definiert sind. Deshalb scheint es sinnvoll, die Zustandserfassung und -bewertung als Basis und Teil von Überwachung und Unterhalt in einen zeitlichen Ablauf zu gliedern.

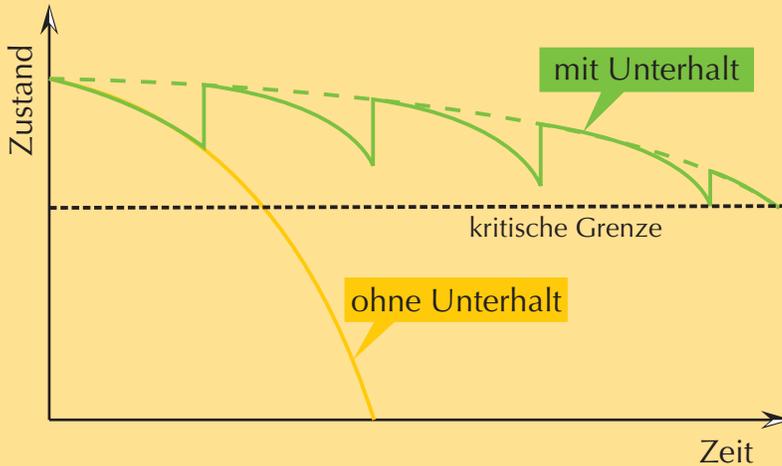


Abb. 1: Zustandsentwicklung von Bauwerken ohne und mit Unterhalt (nach BfK, 1992)

Fig. 1: Development of constructions with and without maintenance works (after BfK, 1992)

1. Ausgangssituation:

Regelmäßige Kontrollen sollten auf einer bekannten Ausgangslage aufbauen können. Bei Neubauten ist dies einfach. Bei bestehenden Bauten geht es zunächst darum festzustellen, welche Bauwerke im Einzugsgebiet vorhanden sind und kontrolliert werden sollen. Die eindeutige Identifizierung der Bauwerke (z.B. Nummerierung) ist für den gesamten Prozess elementar. Weiter müssen soweit vorhanden die Planunterlagen beschafft werden (Konstruktionspläne etc.) Auch Informationen zu bisherigen Unterhaltsarbeiten und (Schadens-)Ereignissen sind wichtig. Der aktuelle Zustand wird festgehalten und erstmalig bewertet. Auf dieser Basis kann die weitere Überwachung aufgebaut werden.

2. Entwicklung:

Die Entwicklung des Verbauungszustandes kann vergleichsweise einfach im Sinne eines Monitorings mitverfolgt werden. Durch Vergleich über die Jahre können Entwicklungen dokumentiert, relevante Verschlechterungen identifiziert und Unterhaltsmaßnahmen ausgelöst werden. Dieses Monitoring wird in der Regel jährlich durchge-

führt. Bei sehr starker Aktivität und Ereignissen erfolgen häufiger Kontrollgänge, bei stabilen Verhältnissen ist auch ein zweijährlicher Rhythmus denkbar.

3. Überprüfung:

Periodisch oder bei starken Zustandsveränderungen etwa in Folge eines Schadensereignisses sollte die Bewertung des Zustandes wieder etwas tiefer im Sinne der

Schutzwirkung (Funktionsfähigkeit) angelegt werden (Vergleich mit kritischer Grenze). Dabei wird gleichzeitig eine neue Ausgangssituation definiert. Idealerweise wird diese Periodizität mit anderen Arbeiten wie den ebenfalls periodisch zu überprüfenden Gefahrenkarten abgestimmt. Es dürfte sich so ein Rhythmus der Überprüfungen von etwa 10 bis 20 Jahren ergeben.

Der gezeigte Ablauf stellt den Idealfall dar. In der heutigen Situation scheint es vor allem wichtig, das Monitoring verbreitet zu initiieren und regelmäßig durchzuführen. Trotzdem müssen so oder so bereits Überlegungen angestellt werden, wie die Informationen dann in etwas breiterer Funktion verwendet werden sollen. Dabei scheint das bekannte Konzept aus der Ingenieurpraxis, welches durch die Begriffe Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit symbolisiert wird (SIA, 2003), geeignet. Die Begriffe können sowohl in die Bauwerksbewirtschaftung wie auch in das Risikomanagement (Wirkung von Schutzmaßnahmen, vgl. Artikel von ROMANG & MARGETH im vorliegenden Heft) überführt werden.

Zustandserfassung und -bewertung – einige Beispiele

Die Zustandserfassung im Gelände schließt in der Regel bereits eine einfache Zustandsbewertung ein. Dies macht insbesondere im Hinblick auf Unterhaltsmaßnahmen Sinn (siehe Verfahren AfW GR) und entspricht dem Schritt 2 im vorangehenden Kapitel. Ein erfahrener Bearbeiter kann im Gelände weitgehend nicht nur den Bedarf, sondern auch die Möglichkeiten und die Verhältnismäßigkeit von Eingriffen abschätzen. Die Zustandsbewertung bezieht neben dem Zustand auch die ursprüngliche Konstruktion des Bauwerkes mit ein. Denn nicht in jedem Fall hat ein festgestellter „Schaden“ dieselben Auswirkungen.

Ein paar praktische Anmerkungen zur Zustandserfassung: Die Aufnahmen erfolgen im Gelände. Somit muss das Prinzip einfach anzuwenden sein. Weiter ist ein systematisches Vorge-

hen wichtig, so dass die relevanten Punkte erfasst werden und die Vergleichbarkeit verschiedener Aufnahmen, auch von verschiedenen Personen, über die Jahre gewährleistet wird. Die aufzunehmenden Punkte orientieren sich an der Zustandsbewertung, das heißt es wird nur aufgenommen, was in irgendeiner Form die weiteren Arbeiten unterstützt. Im Hinblick auf die große Datenmenge – rasch werden die Aufnahmen hunderte oder tausende von Bauwerken umfassen – ist sehr zu empfehlen, die Datenaufnahme EDV-verträglich zu gestalten, das heißt eine Datenbanklösung ins Auge zu fassen. Diese könnte bereits durch digitale Aufnahmen im Gelände mittels PDA eingeleitet werden. Eine analoge Plattform entwickelt das Projekt SEDEX für die Feststoffabschätzung in Wildbächen (Eva Frick, Geographisches Institut der Universität Bern).

Beispiel 1: Aufnahmeformulare

Sperrenkörper																			
allgemein					Betonsperr			Blocksteinsperre		Holzsperr									
Risse	Verformungen / Verschiebungen	Absenkung / Setzung	Bewuchs (z.B. Gebüsch)	andere Schäden	Bewehrung freigelegt / korrodiert	Ablätzungen	Wasserflecken / Vernässung	Aussinterung / Kalkausblühung	fehlende Steine / Blöcke	Mörtel zersetzt / lose / ausgespült	Wasseraustritt	Aussinterung / Kalkausblühung	verwendete Steine / Blöcke zu klein	Vermorsung / Fäulnis / Pilze	Quetschung / Risse	Stauchung / Risse	Verbindungen mangelhaft	Einfüllung mangelhaft	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abflusssektion, Flügel										Sperrenzustand									
Abflusssektion						Flügel				<input type="checkbox"/> heutiger Zustand <input type="checkbox"/> Wahrscheinlicher Zustand nach einem Extremereignis 0-25% 25-50% 50-75% 75-100%									
Abrasion	größere Lücken	andere Schäden	Abrasions-/ Erosionsschutz	verfüllt mit Geschiebe	verfüllt mit Holz	Risse	Verformungen	problematische Verbindung zu Sperrenkörper	andere Schäden	gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	genügend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
										ungenügend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
										schlecht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 2: Ausschnitt aus den Formularen zur Sperr beurteilung von ROMANG (2004)

Fig. 2: Extract from the forms for check-dam assessment

ROMANG (2004) hat Formulare für eine relativ stark geleitete systematische Zustandserfassung von Wildbachsperrren entwickelt (Abb. 2). Die Formulare orientieren sich vom Aufbau her am Ereigniskataster StorMe (BURREN & EYER, 2000), sind also insbesondere auf eine digitale Erfassung und soweit möglich Auswertung ausgerichtet. Sie fokussieren klar auf die Erfassung. Die Bewertung wird nur angeschnitten, die detaillierten Erfassungen bilden aber die Grundlage für die Einschätzung in einem separaten Schritt. Ihr Vorteil liegt klar bei der Systematik und Einheitlichkeit. Der Nachteil des recht großen Umfangs könnte mit EDV-Hilfe (z.B. Auswahl des Sperrentyps und dann nur mehr Anzeige der relevanten Felder) weitgehend eliminiert werden. Es verbleibt ein möglicher Nachteil wegen der eingeschränkten Flexibilität, doch hier gilt es im Hinblick auf die gewünschte Konsistenz der Aufnahmen ohnehin einen Kompromiss zu finden. Es wäre deshalb interessant, a) diesen Typ Formular etwas breiter in Feldversuchen zu testen und b) auch für andere Bauwerkstypen analoge Hilfen zu entwickeln.

Beispiel 2: Geführte Aufnahme und Bewertung

Eine weiterer Typ basiert auf Checklisten. Je Maßnahmentyp werden baustoffspezifische Schäden und typische Schadensbilder zusammengestellt und es wird aufgelistet, auf welche Punkte bei der Aufnahme im Gelände speziell geachtet werden soll (Abb. 3).

Für die Aufnahmen im Gelände werden ebenfalls Formulare verwendet. Die in der Checkliste genannten Hauptpunkte des Bauwerkes – hier Betonsperren – werden einzeln bewertet, beispielsweise unterschieden in gut, mittel und schlecht. Diese Einschätzung muss durch Hinweise in der Checkliste geleitet oder zumindest unterstützt werden. Wichtig ist in jedem Fall diese Wertung auch zu begründen (Text, Fotos).

Dieses Vorgehen lässt bei der Aufnahme mehr Freiheiten zu und sichert durch die Checklisten und die zu beurteilenden Hauptpunkte trotzdem eine gewisse Systematik und Vollständigkeit. Es setzt aber eher mehr Fachkenntnisse voraus. Die Beurteilung der Hauptpunkte stellt die Verbindung zur vertieften Bewertung dar. Wird beispielsweise festgestellt, die seitliche Einbindung sei mangelhaft, kann bei der Bewertung unter Kenntnis des tragenden Systems der Sperre (hier von Flanke zu Flanke tragend) rasch festgestellt werden, das die Tragsicherheit möglicherweise gefährdet ist. Die



Gerinne, Einhänge

- Prozessspuren wie Geschiebeablagerungen oder Erosion, Rutschungen, Schwemmholz, etc.
- Mögliche Lawineneinwirkung?

Zu beachtende Punkte:

Kolk

- Aktuell ja/nein, Sperrerkolk oder Sohlenabsenkung, Tiefe, Kolkenschutz, Schäden Kolkenschutz, auf Fels fundiert, etc.

- Bei ungenügender Einbindung Gefahr Grundbruch

Einbindung

- Fels / Lockermaterial, Erosionserscheinungen / Abrutschen, etc.

- Ist für Stabilität entscheidend

Sperrenkörper

- Risse, Verformungen, Setzung, Abplatzungen, Aussinterung, Bewehrung freigelegt / Korrosion, Verfärbungen, Durchfeuchtung, etc.

Abflusssektion und Flügel

- Abrasion, Kantenschutz, Schutz der Abflusssektion, verfüllt mit Geschiebe / mit Holz, Gefahr Überfluten Flügel, Risse, Verformungen, etc.

- Flügel dürfen nicht überflossen werden, wenn dadurch Einbindung in Flanken gefährdet

Abb. 3: Ausschnitt aus der Checkliste zur Beurteilung von Stahlbetonsperren (ROMANG, 2004)

Fig. 3: Extract from the check list for the assessment of check-dams of reinforced concrete

Einstufung in Klassen ermöglicht weiter den Vergleich über die Jahre.

Beispiel 3: Vorgehen Amt für Wald Graubünden

Das Amt für Wald Graubünden (AfW GR) hat basierend auf verschiedenen Arbeiten und eigenen Erfahrungen eine Anleitung für die Zustandsaufnahme und einfache Schadensbewertung für alle forstlichen Bauten entwickelt. Das Vorgehen ist vom konzeptionellen Hintergrund vergleichbar mit den bereits gezeigten Verfahren und mit dem

im Bauwesen seine Gültigkeit hat. Es macht Sinn auch die Beurteilung von Schutzbauwerken von der Erhebung im Gelände über deren Interpretation bis hin zur Umsetzung darauf abzustützen. Die verschiedenen Kriterien können hier nicht im Detail hinsichtlich ihrer Anwendung auf Wildbach-Schutzbauwerke erläutert werden. Vielmehr wird versucht, einen allgemeinen Einblick zu geben und auf Besonderheiten im diskutierten Kontext einzugehen.

	Dringlichkeit	Konsequenz Tragsicherheit	Zeithorizont Folgeschäden	Konsequenz Gebrauchstauglichkeit	Beispiel
Alarmierend	Hoch	Sicher	Nächstes Ereignis	Sehr groß	Gekippte Sperre
Tolerierbar	Mittel	Wahrscheinlich	2-5 Jahre	Noch keine	Ausgewaschener Kolkenschutz
Unbedeutend	Klein	Unwahrscheinlich	> 5 Jahre	Keine	Bewuchs

Tab. 1: Schadensbewertung aufgrund verschiedener Kriterien (AfW, 2006)

Tab. 1: *Criteria for damage assessment*

Grundkonzept. Hauptelemente sind einfache Checklisten, eine allgemeine Anleitung zur Schadensbewertung und Aufnahmeformulare fürs Gelände. Die Schadensbewertung ist dabei zentral: Aufgrund verschiedener Kriterien (u.a. Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit) wird die Schwere des Schadens im Hinblick auf die Dringlichkeit von Unterhaltsmaßnahmen bestimmt (Tab. 1). Festgehalten wird schließlich nur diese Einstufung, ergänzt durch kurze Notizen und allenfalls Fotos und Skizzen.

Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

Die Begriffe stehen symbolisch für ein Gesamtkonzept der Bemessung und Bewertung, welches

Tragsicherheit
 Tragsicherheit steht für einen ausreichenden Tragwiderstand der Maßnahme für die anzunehmende Einwirkung (z.B. kein Einsturz bei einer bestimmten Belastung). Damit wird bereits das Kernproblem bei der Beurteilung bestehender Schutzbauwerke angeschnitten: Die anzunehmende Einwirkung und deren Verbindung mit den Tragwerkseigenschaften. Für viele Wildbach-Schutzbauten gilt, dass entweder die Einwirkungen und die Bauwerkseigenschaften schlecht quantitativ verknüpft werden können (fehlende Daten und fehlende Modelle) oder mehrere und unterschiedlich zu bestimmende Einwirkungen relevant sind. Deshalb kommen bei der Beurteilung mehrheitlich qualitative Ansätze zum Einsatz. So schreibt auch SIA (1994): „Eine ausreichende Tragsicher-

heit kann vermutet werden, wenn ein über längere Zeiträume genutztes Bauwerk [...] keine verdächtigen Mängel und Schäden [...] erkennen lässt. [...] Das Verhalten eines so beurteilten Bauwerks ist [...] mit geeigneten Mitteln und in angemessenen Intervallen zu überwachen.“

Trotzdem sollte nicht vergessen werden, dass auch größere Einwirkungen auftreten können, als sie vielleicht der aktuelle Zustand widerspiegelt. Generell müssen deshalb für die Abschätzung der Tragsicherheit folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Prozesswissen erlaubt die Formulierung der maßgebenden Gefährdungsbilder
- Das technische Wissen über Verbauungen (z.B. Konzeption und Bemessung) liegt vor
- Zustand, Prozesswissen und technisches Wissen können so kombiniert werden, dass die Tragsicherheit effektiv abgeschätzt werden kann. Dazu helfen auch Erfahrungen, wie sie ROMANG (2004) durch Expertenbefragungen zusammengetragen hat.

Gebrauchstauglichkeit

Laut Definition ist mit diesem Begriff eine ausreichende Funktionstüchtigkeit der Maßnahmen gemäß den festgesetzten Nutzungsanforderungen gefordert (z.B. genügendes Rückhaltevolumen einer Sperre). Damit wird der sehr enge Bezug zur Prozessbeurteilung unterstrichen, denn die Funktion von Schutzbauten liegt alleine in der Beeinflussung der Prozesse. Typische Beispiele für mangelhafte Gebrauchstauglichkeit von Wildbachverbauungen sind verstopfte oder gerissene Entwässerungsleitungen bei Hangentwässerungen, durch Geschiebe oder Bewuchs verklus-

te Abflussectionen von Sperren oder vorverfüllte Geschieberückhaltebecken.

Die Gebrauchstauglichkeit ist gerade für Unterhaltsarbeiten häufig zentral. Die beispielhaft skizzierten Mängel sind vielfach rasch zu beheben. Die Beispiele zeigen auch eine weitere Besonderheit der Gebrauchstauglichkeit von Schutzbauten auf. Die genannten Mängel können zu einem Werksversagen führen, was nicht unbedingt der klassischen Vorstellung von Gebrauchstauglichkeit entspricht. Wegen dem engen Bezug zum Unterhalt und wegen den möglichen ernsthaften Konsequenzen von Mängeln hat die Gebrauchstauglichkeit von Schutzbauten eine wichtige Bedeutung. Sie respektive die Grundlagen zu ihrer Abschätzung lassen sich im Gelände weitgehend erfassen. Dies unterstreicht die Bedeutung einer regelmäßigen und systematischen Zustandserfassung.

Dauerhaftigkeit

Die Anforderungen an die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit sollen im Rahmen der vorhersehbaren Einwirkungen auch über längere Zeit gewährleistet bleiben. Die Dauerhaftigkeit ist somit eng verknüpft mit dem Begriff der Alterung. Diese wird durch interne (z.B. Materialermüdung) und externe (z.B. Prozessaktivität) Faktoren beeinflusst. Zur Abschätzung der Dauerhaftigkeit werden Informationen aus diesen zwei Bereichen beigezogen. Hinsichtlich der Werkseigenschaften können dazu beispielsweise Angaben zu Lebensdauern weiterhelfen, wie sie etwa LÄNGER (1999) oder BÖLL ET AL. (1999) ermittelt haben. Ein Monitoring des Zustandes wird zur Dauerhaftigkeit rasch einen wesentlichen Erkenntnisgewinn bringen, indem aus vergangenen Zustandsentwicklungen eines bestimmten Werktyps unter gleichen oder verschiedenen Bedingungen auf die Zukunft geschlossen werden kann.

Funktionsfähigkeit von Verbauungen

Die bis hier erarbeiteten Resultate können nicht nur für die Bauwerksbewirtschaftung verwendet werden, sondern helfen beispielsweise mit, die Wirkung der Verbauungen im Sinne der Gefahrenreduktion im Wirkungsbereich zu beurteilen (vgl. Beitrag von ROMANG & MARGRETH im vorliegenden Heft). Dazu wird der Begriff der Funktionsfähigkeit eingeführt, welcher die Erkenntnisse der Zustandsbewertung insbesondere im Hinblick auf das Verhalten der Bauwerke bei verschiedenen Einwirkungen (Szenarien) zusammenfasst. Es wird zwischen voller, eingeschränkter und fehlender Funktionsfähigkeit (Versagen) unterschieden. Die Herleitung erfolgt gemäß Abb. 4.

Ist die Tragsicherheit unter Annahme der Einwir-

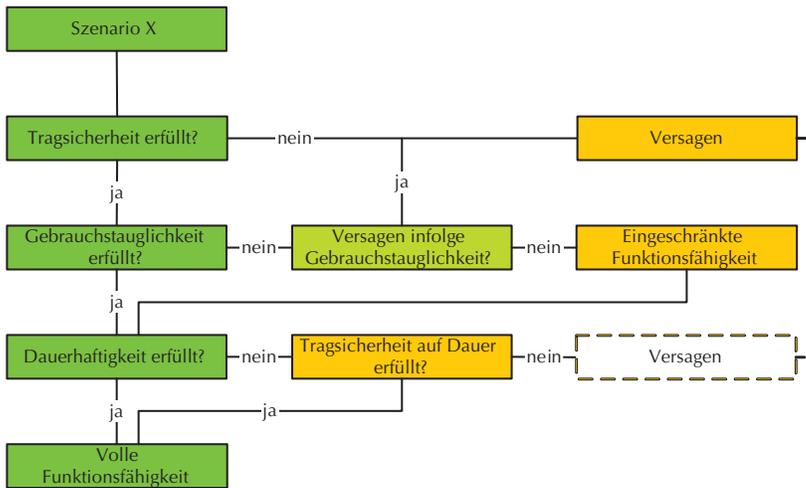


Abb. 4: Bestimmen der Funktionsfähigkeit von Verbauungen als Grundlage für die Gefahrenbeurteilung (Wirkungsbeurteilung der Verbauungen)

Fig. 4: Determination of the functional capability of control structures for hazard assessment

kung durch Szenario X nicht erfüllt, wird im Ereignisfall mit dem Versagen gerechnet. Ist die Gebrauchstauglichkeit nicht erfüllt, wird geprüft ob auch dies zum Versagen führen kann. Ansonsten wird mit eingeschränkter Funktionsfähigkeit gerechnet, d.h. die Wirkung der Verbauung ist weniger gut als eigentlich möglich. Sind Tragsicher-

heit und Gebrauchstauglichkeit erfüllt, könnte mit voller Funktionsfähigkeit gerechnet werden. Im Hinblick auf die meist langfristig benötigte Schutzwirkung wird aber im Diagramm auch die Dauerhaftigkeit berücksichtigt. Ist diese nicht gewährleistet, beispielsweise über einen Zeitraum von 20 Jahren, wird im Falle einer nicht dauerhaft gewährleisteten Tragsicherheit sozusagen vorbeugend ebenfalls ein Versagen eingerechnet.

Die Zustandsbewertung und damit die Einschätzung der Funktionsfähigkeit ist mit Unsicherheiten behaftet. Diese können im gezeigten Diagramm insofern berücksichtigt werden, indem die ja-nein-Entscheidung nicht absolut gefällt, sondern mit Wahrscheinlichkeiten belegt werden. Ist beispielsweise das Urteil über die Tragsicherheit un-

sicher, könnte zu je 50 % mit einem Versagen und Nicht-Versagen gerechnet werden. Diese Wahrscheinlichkeit würde dann auch in die resultierende Gefahrenbeurteilung einfließen.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Zustandserfassung und -bewertung sind zunächst einmal Teil der Bauwerksbewirtschaft-

ung. Sie übernehmen eine wichtige Funktion bei der Planung, Priorisierung und Ausführung von Erhaltungsmaßnahmen. Darüber hinaus gehen die Resultate in die Beurteilung der Verbauungswirkung (Schutz von Siedlungsräumen) ein. Damit die Daten verlässlich sind, vielseitig verwendet werden können und die Langfristigkeit

gesichert ist, wird auf ein einheitliches Konzept – hier symbolisiert durch die Begriffe Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit –, ein systematisches Vorgehen und eine effiziente Datenerfassung, -verarbeitung und -speicherung abgestützt.

Angesichts der großen Bestände an Verbauungen und der absehbaren Unterhaltsbedürfnisse ist es sehr empfehlenswert, der Thematik hohes Gewicht beizumessen. Es darf erwartet werden, dass bei einer guten Strukturierung des Vorgehens mit verhältnismäßigem Aufwand rasch wertvolle Daten erhoben werden können. Trotz aller Systematik kommt dabei der Qualifizierung der ausführenden Personen große Bedeutung zu. Mögliche Schwachpunkte müssen erkannt und richtig eingeordnet werden, was Fachwissen und Erfahrung voraussetzt. Deshalb ist neben der methodischen Entwicklung und organisatorischen Implementierung auch der Aus- und Weiterbildung Gewicht beizumessen.

Literatur / References

- AFW GR (AMT FÜR WALD GRAUBÜNDEN) (2006):
Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt forstlicher Infrastruktur.
www.wald.gr.ch/aufgaben/index-kontrolle.htm
- BFK (BUNDESAMT FÜR KONJUNKTURFRAGEN) (1992):
Zustandsuntersuchungen an bestehenden Bauwerken – Leitfaden für Bauingenieure. Bern: EDMZ.
- BÖLL A., GERBER W., GRAF F., RICKLI C. (1999):
Holzkonstruktionen im Wildbach-, Hang- und Rensenverbau. WSL, Birmensdorf.
- BURREN S., EYER W. (2000):
StorMe – ein informationsgestützter Ereignis-Kataster der Schweiz. Internationales Symposium Interprävent 2000, Band 1: 25-37. Villach: Kreiner Druck.
- LÄNGER E. (1999):
Die Entwicklung der Wildbachverbauungstätigkeit der WLVB in Österreich mit besonderer Berücksichtigung der Erhaltungsarbeiten und der Lebensdauer der Verbauungen. Wildbach- und Lawinenverbau, 63. Jg., Heft 139: 7-26.
- ROMANG H. (2004):
Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen. Geographica Bernensia, G 73, Bern.
- SIA (SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREIN) (2003):
Einwirkungen auf Tragwerke. SIA Norm 160.
- SIA (SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREIN) (1994):
Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke. SIA Richtlinie 462.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:

Dr. Hans Romang
Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
Flüelstrasse 11, 7260 DAVOS DORF
Schweiz

Transporte HAIDER

Dienten/Hkg.

06461/213 Fax: 15

Tel.: 0664/1446100

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) 644 204 72 40
Fax: +43 (0) 2728 20408
E-mail: buero@tiwald.at
Home: www.tiwald.at

LOIPERSBERGER A.

Unterhaltung – Ein Stiefkind der Wildbachverbauung ?

Maintenance – a stepchild in torrent control ?

Zusammenfassung:

In Bayern wurden die ersten Schutzbauten in Wildbächen durch eine staatliche Verwaltung vor ca. 150 Jahren errichtet (1852 Ausbau des Kirchbaches bei Brannenburg). Seither wurden große Anstrengungen unternommen, dem stetig zunehmenden Schutzbedürfnis der Bevölkerung durch entsprechende technische Sicherungsmaßnahmen gerecht zu werden. Nach groben Schätzungen beträgt der Wert der insgesamt getätigten Investitionen über eine Milliarde EURO. Es gilt natürlich zum einen, diesen Bestandswert zu erhalten, zum anderen aber auch, die geplante Schutzfunktion der Bauwerke auf Dauer sicherzustellen. Damit wird die Unterhaltung in der Wildbachverbauung zu einer Aufgabe mit zunehmender Bedeutung. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden sind wir in Bayern dabei, ein Bauwerkskataster aufzustellen, in dem der Unterhaltungsbedarf nachvollziehbar erhoben und bewertet wird.

Summary:

In Bavaria the first construction works in torrent control by a state organization were built about 150 years ago (1852 training of the Kirchbach in Brannenburg). Since that time there were great efforts to supply the increasing demand of the public for protection against torrential hazards by according technical means. By a rough estimation the total value of all investments so far will be in a range of more than 1 Billion EURO. Of course it's necessary to maintain this value as well as to ensure the protective function of the control works. So the maintenance in torrent control became a task with increasing importance. In order to meet these requirements we are working in Bavaria in the development of a cadastre, in which the demand of maintenance is documented and evaluated.

Rechtliche und organisatorische Grundlagen in Bayern

In Bayern haben wir im Bereich der Wildbachverbauung im Gegensatz zu unseren Nachbarländern im Alpenraum eine etwas andere Struktur. Zum einen liegt die Zuständigkeit für die Wildbachverbauung im Bereich der Wasserwirtschaftsverwaltung. Weiterhin ist grundsätzlich der Freistaat Bayern zum Ausbau und zur Unterhaltung von ausgebauten Wildbächen verpflichtet. Während die Ausbaupflichtung noch an die Vor-



Bild 1: Durch Geschiebetrieb bereits deutlich angegriffene Sperre; die Unterhaltung kann da nicht mehr lange warten.

Fig. 1: A check dam already significantly damaged by bedload transport. Maintenance can't wait any longer.

aussetzungen geknüpft ist, dass ein öffentliches Interesse gegeben und die Finanzierung gesichert sein muss, gibt es für die Unterhaltungslast keine weitere Einschränkung. Es handelt sich hier um eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung. Zuständig für Planung und Ausführung sind die Wasserwirtschaftsämter als staatliche Verwaltung mit ihren jeweiligen Flussmeisterstellen (entspricht etwa den Gebietsbauleitungen der WLW in Österreich). Während für Ausbaumaßnahmen jeweils ein angemessener Beitrag der Nutzenziehenden – in der Regel die Gemeinden – verlangt werden kann, ist

für Unterhaltungsmaßnahmen in der Wildbachverbauung keine Beteiligtenleistung vorgesehen. D.h. diese Kosten sind voll vom Freistaat Bayern zu tragen. In manchen Fällen kann die Unterhaltungslast auch auf Dritte übertragen werden, was in einer entsprechenden Vereinbarung zu regeln ist. Diese Möglichkeit wird z.B. bei Triebwerksanlagen oder bei verrohrten Strecken im Ortsbereich angewandt.

Neubaumaßnahmen müssen in einem wasserrechtlichen Verfahren genehmigt werden, wir sprechen hier von einer Planfeststellung. Vereinfacht ausgedrückt, umfasst die Unterhaltungslast des Staates die Verpflichtung, alle Bauwerke in dem planfestgestellten Zustand so zu erhalten, dass diese ihre Schutzfunktion dauerhaft erfüllen können. Gerade nach Schadensfällen wird immer wieder hinterfragt – auch in gerichtlichen Verfahren – ob etwa mangelnde Unterhaltung die Ursache für eingetretene Schäden war. In solchen Fällen ist der Freistaat Bayern ggf. voll haftbar. Da es sich bei der Unterhaltung um eine rechtliche Verpflichtung handelt, ist dafür kein weiteres Genehmigungsverfahren erforderlich, soweit nur der bestehende Zustand erhalten oder wieder hergestellt wird. Natürlich werden geplante Unterhaltungsmaßnahmen mit den Beteiligten vorher abgestimmt, das können z.B. betroffene Grundstückseigentümer, der Naturschutz oder die Fischerei sein.

Es ist keine Überraschung, dass nach einer intensiven Bautätigkeit von ca. 150 Jahre die meisten kritischen Bereiche bereits ausgebaut sind und die Unterhaltung zunehmend an Bedeutung gewinnt. So teilen sich die jährlichen Gesamtinvestitionen in der Wildbachverbauung in Bayern in den letzten Jahren in einer Größenordnung von ca. 25 Mio. EURO pro Jahr auf zu etwa 40% im Ausbau und 60% in der Unterhaltung. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die regelmäßige Unterhaltung wie oben dargestellt. Et-

waige Sofortmaßnahmen zur Instandsetzung nach Schadensfällen sind nicht betroffen.

Durchführung der Unterhaltung

In erster Linie sind es die Flussmeisterstellen, die den besten Überblick über die Schutzbauwerke und deren Unterhaltungszustand in ihrem Bereich haben. Jede davon deckt etwa einen Landkreis ab (entspricht in Österreich etwa einem Bezirk). Bisher gab es an diesen Flussmeisterstellen schon interne Listen und Programme, um erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen zu planen. Diese sind die Grundlage für die Anmeldung der erforderlichen Haushaltsmittel in einem so genannten Jahresbauprogramm. Allerdings waren diese Listen nicht immer konsequent und vollständig. Man hat sich auf offensichtliche Mängel in gut zugänglichen Bereichen konzentriert bzw. dort, wo aufgrund aktueller Ereignisse Schäden aufgetreten sind oder zu befürchten waren. Eine systematische Bestandsaufnahme mit Bewertung des Handlungsbedarfes fehlte. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, da bei ca. 13.000 km Wildbachstrecken im bayerischen Alpenraum über 1.500 km je Flussmeisterstelle zu betreuen sind. Gerade auch im Hinblick auf die rechtliche Verpflichtung und die damit verbundene Haftung war diese Situation der Anlass, ein digitales „Unterhaltungskataster“ in Bayern aufzubauen.

Unterhaltungskataster in Bayern

Schon bisher ist es üblich, dass nach größeren Ereignissen – insbesondere wenn Schäden auftraten – die Wildbäche begangen und dabei auch der Zustand der Schutzbauwerke und ein evtl. Unterhaltungsbedarf beurteilt wurden. Eine systematische Erfassung und regelmäßige Kontrolle aller Bauwerke war jedoch bisher nicht vorhanden.

Wesentliches Ziel des Unterhaltungskatasters ist es daher, einen möglichst vollständigen Überblick zu gewinnen über die vorhandenen Schutzeinrichtungen, deren Zustand und Unterhaltungsbedarf sowie den etwa anfallenden Aufwand. Im Einzelnen werden folgende Daten erhoben:

- Art des Bauwerks (Sperr-, Längsverbau, Rampe usw.)
- Baustoffe (Beton, Holz usw.)
- Wesentliche Abmessungen (Höhe, Breite, Länge)
- Funktion (Rückhaltung,

The screenshot shows a web-based data entry form titled 'Einzelformular Bauwerke'. The main heading is 'Bauwerke ändern oder neu eintragen'. The form is organized into several sections:

- Wildbach-Nr.:** A text input field.
- Seitengraben-Nr.:** A text input field.
- Seitengraben-Name:** A text input field.
- Bestandsnummer:** A text input field.
- Listensortnummer:** A text input field.
- Flußkilometer Anfang:** A text input field.
- Flußkilometer Ende:** A text input field.
- Länge:** A text input field.
- Bauwerk:** A dropdown menu.
- gesamte Gew breite:** A text input field with checkboxes for 'links' and 'rechts'.
- Sohle:** A text input field with checkboxes for 'gepflastert' and 'natürlich'.
- Oberfallhöhe:** A text input field.
- Beschreibung:** A large text area for detailed notes.
- Baujahr:** A text input field.
- Sanierung:** A text input field.
- Baulicher Zustand:** A dropdown menu.
- Funktion:** A dropdown menu.
- Kostenschätzung:** A text input field.
- letzte Aktualisierung:** A text input field.
- Rechtswert Anfang:** A text input field.
- Hochwert Anfang:** A text input field.
- Rechtswert Ende:** A text input field.
- Hochwert Ende:** A text input field.

On the right side, there is a section for 'Sonderunterhaltungslast:' with a text area. Below it, there is a dropdown for 'Unterhaltungslastverpflichteter:' and a text area for 'Wer genau (Text):'. At the bottom right, there are checkboxes for 'Fotos vorhanden' and a button labeled 'Fotos hinzufügen'.

Bild 2: Datenblatt zur Erhebung der maßgeblichen Daten

Fig. 2: Form for the collection of relevant data

Konsolidierung usw.)

- Bedeutung für die Schutzfunktion, Konsequenzen beim Versagen
- Zustand, Erfordernis der Unterhaltung
- Grobe Schätzung von Aufwand / Kosten

Um eine einheitliche Beschreibung und Bewertung im bayerischen Alpenraum sicherzustellen, wurde eine entsprechende Arbeitsanleitung entwickelt. Die Daten werden in einer ACCESS-Datenbank erfasst und verwaltet. Die Verortung erfolgt über ein GPS-System mit einer mittleren Lagegenauigkeit von wenigen Metern. Das ist für den hier beabsichtigten Zweck ausreichend. In der Verknüpfung der Daten ist damit auch eine GIS-Darstellung möglich. Die Datenbank erlaubt auch Abfragen nach den o.g. Erhebungsdaten.

Wesentliches Ziel dieses Katasters ist es zunächst, einen möglichst vollständigen Überblick über die vorhandenen Schutzbauwerke zu erhalten und diese Daten über die Datenbank zu verwalten. Daraus können die Wasserwirtschaftsämter bzw. Flussmeisterstellen den erforderlichen Unterhaltungsaufwand kurz- und mittelfristig

planen, sowohl hinsichtlich der benötigten finanziellen Mittel als auch des Einsatzes von Personal und Geräten. Diese Informationen sind dann auch eine belastbare Grundlage in den Diskussionen mit politischen Entscheidungsträgern über die Bereitstellung der benötigten Haushaltsmittel und der personellen Ressourcen. Schließlich dienen diese Grundlagen auch einer objektiven Priorisierung der Maßnahmen. Das kann eine wertvolle Argumentationshilfe sein bei eventuellen Haftungsansprüchen nach Schadensfällen.

Ausblick

Die erforderlichen Grundlagen für die Datenbank sind bereits erstellt. In der Umsetzung geht es jetzt darum, die Bestandsaufnahme und Bewertung durchzuführen. Diese Aufgabe wird z.T. mit eigenem Personal, teilweise aber auch durch eine Vergabe an Ingenieurbüros bewältigt werden. Wir schätzen, dass der Zeitaufwand für die Ersterhebung etwa 3 bis 5 Jahre betragen wird. Besonders wichtig wird es auch sein, die Fortschreibung und Aktualisierung der Daten sicherzustellen, da ansonsten der Informationsgehalt innerhalb weniger Jahre wieder überholt sein würde.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:

Dipl.-Ing.
A. Loipersberger
Bayer. Landesamt für
Umwelt
Lazarettstr. 67,
D – 80636 München

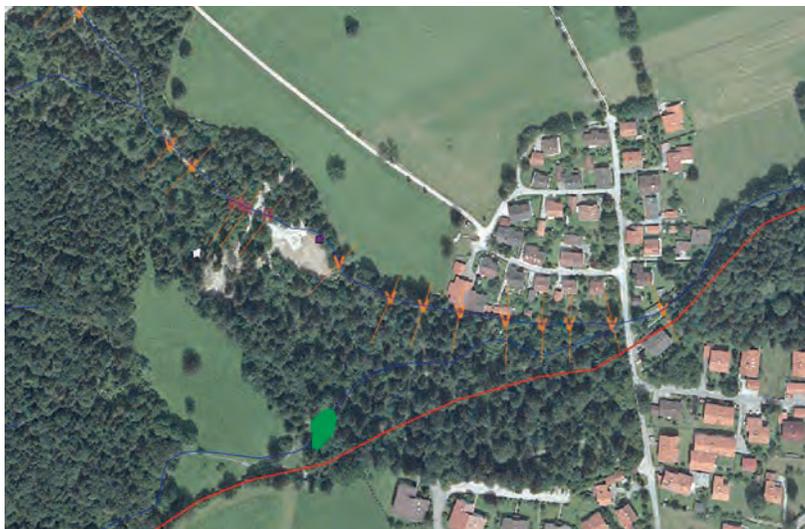


Bild 3: Darstellung der Bauwerke mit Orthophoto als Hintergrund.

Fig. 3: View of the construction works with an orthophoto as background

ALEŠ HORVAT

Instandhaltung und Instandsetzung von Schutzbauwerken der WLV in Slowenien

Maintenance of Torrent Control Structures in Slovenia

Zusammenfassung:

Die Naturgegebenheiten in Slowenien ermöglichen die Entstehung und Entwicklung von Erosion und Wildbächen. Mit präventiven Maßnahmen, die insbesondere auf einer Stabilisierung von Erosionsherden durch Kombination von technischen und biotechnischen Maßnahmen basieren, können Erosionsprozesse beruhigt und die Intensität von Wildbachausbrüchen gemindert werden. Dadurch werden Schäden an Bauwerken, Infrastrukturanlagen und der Umwelt wesentlich verringert. In der Vergangenheit wurden zahlreiche umfassende Regelungen von Wildbachgebieten durchgeführt, die aus Mosaiken von miteinander verbundenen Schutzbauwerken bestehen. Die entsprechende Instandhaltung dieser Bauwerke ist eine Voraussetzung für die Wahrung der bereits erreichten Sicherheit vor Erosionskräften. Beschädigte oder ausgediente Bauwerke geben ein falsches Gefühl der Sicherheit, wessen man sich in der Regel erst bei Naturkatastrophen bewusst wird. Vergessene, nicht instand gehaltene Bauwerke in den Einzugsgebieten von Wildbächen können sogar die Ursache einer noch größeren Gefährdung der talseitigen Gebiete als ohne Schutzmaßnahmen sein. Wegen der starken Erneuerungsbedürftigkeit insbesondere der älteren Schutzbauwerke in Slowenien wird man diese rechtzeitig erneuern müssen, wofür wesentlich größere Geldmittel als bisher aufzuwenden sein werden. Wetterextreme werden wegen der Klimaveränderungen immer häufiger, weshalb die Zeit für die Aufholung des Versäumnisses wegen der inadäquaten Instandhaltung der Schutzbauwerke langsam ausläuft.

Summary:

Natural environment in Slovenia enables the start and development of erosion and torrents. With prevention measures, which are based mainly on stabilisation of erosion prone areas with combination of different engineering and bioengineering biotechnical measures, the erosion processes can be mitigated and the energy of torrent outbursts reduced. The damage on buildings and infrastructure can thus be significantly smaller. In the past a large number of comprehensive torrent catchments regulations have been carried out in a coherent way, comprising of mosaic of interactively connected protective structures,. Damaged or obsolete structures offer a deceptive impression of security, which we usually become aware of only after a natural disaster occur. Forgotten and unkept structures in the torrents hinterland can be a cause of even greater threat to downstream areas than they would be exposed to with no protective structures at all.

Einleitung

Die Naturkatastrophen, die in den letzten Jahren weltweit zahlreiche Orte heimgesucht haben, bestätigen die Behauptungen der Klimatologen, dass die Wetterverhältnisse wegen der globalen Klima- veränderungen künftig immer extremer werden. Deshalb wird es auch in Gebieten, die einst als relativ sicher galten, zu Naturkatastrophen kommen. Slowenien ist ein gebirgisches Land, wo die Naturgegebenheiten die Entwicklung von Erosion und Wildbächen bedingen. Trotz der ziemlich glücklich verlaufenen letzten Jahre (seit 2000 hat sich keine größere Wetterkatastrophe ereignet) wird Slowenien keine Ausnahme bleiben. In Zukunft muss man mit ähnlichen oder noch schlimmeren Naturkatastrophen als denen, die in den letzten Jahren zahlreiche europäische Länder heimgesucht haben, rechnen.

In Slowenien gibt es zahlreiche unterschiedliche Erosionsarten, von denen die Wasser-erosion am bedeutendsten ist. 44 % der Landes- fläche ist potenziell erosionsgefährdet, bei 30 % der Landesfläche handelt es sich um labile und bedingt stabile Gelände. Lawinengefährdete Gebiete gibt es in Slowenien weniger als in anderen Alpenländern, insbesondere wegen der soliden Vergrößerung des Gebietsanteils der Wälder, ihrer Stabilität und guten Bewirtschaftung; trotzdem bestehen weiterhin Lawinenprobleme. Bei knapp einem Viertel des Landes handelt es sich um Wildbachgebiete, wo man bei Wetterextremen mit Wildbachausbrüchen größeren Umfangs und stärkerer Intensität, die größeren Schaden verursachen, rechnen kann. In den letzten fünfzehn Jahren bewegte sich der Schaden durch Natur- katastrophen durchschnittlich in Höhe von 4 % des Bruttoinlandsprodukts; die Schadensursachen waren Erosion, Wildbäche und Überschwem- mungen. Deshalb gewinnt der Schutz vor Erosion und Wildbächen neben dem Schutz von Men-

schen und Vermögen eine immer größere wirt- schaftliche Bedeutung.

Leider aber ist der Zustand im Bereich der Wasserregelung, insbesondere im Bereich des Schutzes vor verschiedenen Arten von Erosionen und Wildbächen, bereits längere Zeit Besorg- nis erregend. Es ist festzustellen, dass man über diese bedeutende Frage außerhalb von Fachkrei- sen praktisch nicht bzw. nur bei Naturkatastro- phen spricht. Bei Naturkatastrophen beschäfti- gen sich alle mit ihr – Fachleute, Staatsbeamte, Medien, Politiker. Und es ist recht so. Aber noch richtiger und wesentlich effizienter wäre es, wenn man sich mit der Frage der Sicherheit vor allem in Zeiten beschäftigen würde, in denen die Natur nachsichtig ist und die Aufmerksamkeit nicht nur auf die Behebung von durch Erosion und Wild- bäche entstandene Schäden gerichtet ist.

Eine adäquate Regelung von Wildbach- gebieten, deren wichtiger Bestandteil auch die Instandhaltung bestehender Schutzsysteme bzw. Schutzbauwerke ist, ist nämlich eine der Grund- voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung und das Allgemeinwohl.

Analyse der ausgeführten Arbeiten an Wildbächen

Seit Beginn der organisierten Wildbachverbauung in Slowenien (1875/1884) bis heute wurde eine enorme Arbeit bei der Beseitigung von Folgen wie auch Ursachen zahlreicher Wildbachausbrüche geleistet. In dieser Zeit wurden über 3.490 ver- schiedene Sperrern, über 3.100 Schwellen, über 57 km ingenieurbioologische und über 148 km an- dere Ufersicherungen, dort, wo Wildbäche durch Tiefenerosion, Seitenerosion, Geschiebetransport und Auslösung von Erdbeben größeren Schan- den verursachen könnten, errichtet. Die meisten Bauwerke wurden an geeigneten Stellen gebaut, die Lösungen sind ganzheitlich und größtenteils umweltfreundlich.

Art des Bauwerks	Menge
Sperren	3.494 Stück
Schwellen	3.124 Stück
Ingenieurbioologische Ufer- und Hangsicherung	57 km
Andere Ufersicherung	148 km

Tab. 1: Wildbachverbauung und Erosionsschutzarbeiten im Zeitraum 1884 - 2006

Tab. 1: Torrent and erosion control works in the period 1884 - 2006

Die Erosions- und Wildbachsicherheit hat sich durch die Ausführung der oben erwähnten Arbeiten wesentlich verbessert.



Abb. 1: Mehr als 50 Jahre alte Wildbachsperre aus Stein in Zementmörtel (Wildbach Martuljek)

Fig. 1: 50 years old dam in stone masonry (Torrent Martuljek)



Abb. 2: Mehr als 80 Jahre alte Wildbachsperre aus Stein in Zementmörtel (Wildbach Bela)

Fig. 2: 80 years old dam in stone masonry (Torrent Bela)

Leider aber wurden nicht alle Wildbachgebiete in Slowenien langfristig gleichmäßig behandelt. In Zeiten nach einzelnen Naturkatastrophen wurden die Sanierungs- und Vorbeugungsarbeiten in der Regel auf die damals betroffenen Bereiche konzentriert, während die übrigen Gebiete mangels Geldmittel zurückgesetzt wurden.

Zu den wichtigsten Beweggründen für umfangreichere Wildbachschutzmaßnahmen in einem längeren Zeitraum zählten leider nur Wildbachausbrüche bzw. Hochwasserkatastrophen, während Vorbeugungsmaßnahmen wesentlich zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wurde. In Zeiten, die unmittelbar auf Naturkatastrophen folgten, wurden in der Regel umfangreichere Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt. Mit wachsender zeitlicher Entfernung von der Naturkatastrophe sanken die verfügbaren Finanzmittel sehr schnell, weshalb geplante Arbeiten oft nicht im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen durchgeführt wurden. Der gewünschte Grad an Erosions- und Wildbachsicherheit wurde nicht erreicht. In Zeiten günstigerer Wetterverhältnisse vergaß man die potenzielle Gefahr schnell. Warnungen von Fachleuten wurden überhört.

Die Verhältnisse sind nachstehend am Beispiel der Wasserkatastrophe im Jahre 1990 erläutert, von der knapp die Hälfte Sloweniens betroffen war. Der Schaden war immens und betrug rund 20 % des Bruttoinlandsprodukts. Die schlimmsten Schäden verursachten Wildbäche im Oberen Savinja-Tal, besonders im Podvolovljek-Tal, ferner am Fluss Kamniška Bistrica und dessen Zuflüssen, an den Wildbachzuflüssen der Save in der Region Zasavje, an den Flüssen Mislinja und Meža sowie deren Zuflüssen, an den Flüssen Selščica und Poljanščica sowie an den Flüssen Idrijca und Cerknica. Dank der schnellen Reaktionen und der pragmatischen Vorgehensweise verliefen die Interventions- und Sanierungsarbeiten in

den Jahren 1991, 92 und 93 schnell und effizient. Bis zum Jahresende 1994 wurde bereits knapp die Hälfte der geplanten Arbeiten in den Wildbachgebieten durchgeführt. In diesen drei Jahren war die Wildbachverbauung in bestimmten Gebieten Sloweniens wirklich ganzheitlich. Mancherorts wurden wesentlich mehr Wildbachbauwerke errichtet oder erneuert, als es zuvor in der gesamten Nachkriegszeit nach 1945 der Fall war.

Als Beispiel einer ganzheitlichen Sanierung ist die Verbauung des Wildbachgebietes der Bistricea zu erwähnen, welches im November 1990 durch Murgang völlig verwüstet wurde. Die Sanierung wurde unter der Leitung von Wildbachexperten ganzheitlich in Angriff genommen, andere öffentliche Dienste (Straßenbauunternehmen, kommunale Versorgungsunternehmen, Stromversorger u. a.) richteten sich nach deren Vorgaben. In zweieinhalb Jahren waren die Folgen der Wasserkatastrophe praktisch behoben; noch heute erfordern die qualitativ hochwertig gebauten Schutzbauwerke keine intensivere Instandhaltung.

Leider aber wurden nicht in allen Gebieten Sloweniens, die von der Hochwasserkatastrophe im Jahre 1990 betroffen waren, ganzheitliche Sanierungen durchgeführt. Der Grund war finanzieller Natur. In den Jahren 1994 und 1995 wurden die für die Wasserbau und damit auch für die Wildbachverbauung bereitgestellten Gelder im Staatshaushalt drastisch reduziert. Die Sanierungsarbeiten wurden eingestellt. Durch die Sanierungsprogramme war daher mancherorts die geplante Sicherheit vollständig erreicht, andern-

orts hingegen nicht, so dass die Sicherheit dort auf einem wesentlich niedrigeren Niveau blieb.

Analyse des Zustands der Wildbachbauwerke

In Slowenien wurde der Zustand der Schutzbauwerke in Wildbachgebieten analysiert. Nach ihrem Alter wurden diese für den Bedarf der Analyse in drei Gruppen eingeteilt:

- Bauwerke, die vor dem Jahr 1955 errichtet wurden
- Bauwerke, die zwischen den Jahren 1955 und 1990 errichtet wurden
- Bauwerke, die nach dem Jahr 1990 errichtet wurden

Die Bauwerke wurden in der Analyse in zwei Ka-

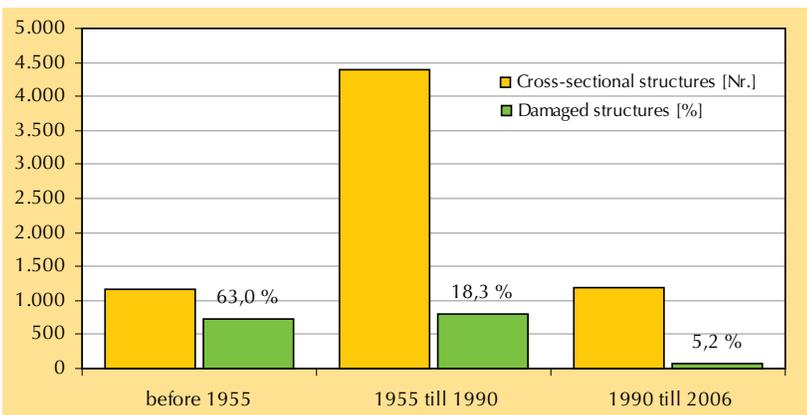


Abb. 3: Zustand von Schutzbauwerken in Wildbachgebieten in Slowenien

Fig. 3: State of the cross-sectional structures in torrent catchments in Slovenia

tegorien eingeteilt: in unbeschädigte und beschädigte. Als beschädigte Bauwerke gelten diejenigen Bauwerke, bei denen wegen Beschädigungen und unzureichender Instandhaltung die Stabilität und Funktion der Bauwerke gefährdet sind. Bauwerke, bei denen die Stabilität und Funktion nicht gefährdet sind, wurden der Kategorie der unbeschädigten Bauwerke zugeordnet.

Die Analyse ergab, dass sich die vor dem Jahr 1955 errichteten Bauwerke im schlechtesten Zustand befinden. Der Anteil der beschädigten

Bauwerke beträgt 63 %. Die meisten Bauwerke aus diesem Zeitraum wurden zwischen 1924 und 1935 errichtet. Ihr Alter übersteigt 70 Jahre, in manchen Fällen sogar 80 Jahre. Die Bauwerke bedürfen einer grundlegenden Erneuerung. Der Anteil der beschädigten Bauwerke aus dem

Zeitraum 1995 bis 1990 beträgt 18,3 %. Problematisch sind insbesondere die zwischen 1955 und 1970 errichteten Betonbauwerke. Wegen problematischer Transportverhältnisse wurde der Beton oft am Bauort hergestellt. Es wurden Aggregate verwendet, die in unmittelbarer Nähe des Stand-

orts des jeweiligen Bauwerks gewonnen wurden, was Einfluss auf deren Qualität hatte, insbesondere auf die Gefrierbeständigkeit.

In besserem Zustand sind die nach 1990 errichteten Bauwerke. Der Anteil der beschädigten Bauwerke beträgt. Die Beschädigungen entstanden insbesondere dadurch, dass die vorgesehenen Sanierungsarbeiten nach der Wasserkata-

strophe von 1990 nicht fertiggestellt wurden, womit die funktionale Unvollständigkeit der Schutzsysteme verbunden ist.

Wegen der Konzentration des Baus von Schutzbauwerken in Zeiten unmittelbar nach Naturkatastrophen weist die Altersverteilung der Bauwerke eine ausgesprochen gleichaltrige Struktur auf. Deshalb ist das jeweilige Niveau des Erosions- und Wildbachschutzes in den einzelnen Gebieten Sloweniens unterschiedlich.

Die schlechtesten Verhältnisse herrschen in denjenigen Gebieten, in denen in den 20er, 30er und 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts umfangreiche Arbeiten ausgeführt wurden und wo die Bauwerke insbesondere nach 1990 sehr schlecht instand gehalten wurden.

Im Vergleich zu früheren Zeiträumen wurden



Abb. 4: Beschädigte Steinkastensperre (Wildbach Kokra)

Fig. 4: Damaged wooden crib-dam (Torrent Kokra)



Abb. 5: Beschädigte Betonsperre (Wildbach Prekopa)

Fig. 5: Damaged concrete-dam (Torrent Prekopa)



bauwerke beschädigt, außerdem wurden gar keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. So waren die Schäden wegen nicht instand gehaltener Bauwerke und natürlicher Wildbachbetten schon bei etwas größeren Wassermengen wesentlich größer, als es bei angemessener ständiger Instandhaltung und soliden Sanierungen nach Wasserkatastrophen der Fall sein dürfte.

Zusammenfassung

Wegen der Klima- veränderungen steigt weltweit die Zahl und Häufigkeit von Naturkatastrophen. Aufgrund der Weiterentwicklung der Gesellschaft verursachen sie auch immer größere Schäden. All dies erhöht zusätzlich die Bedeutung der Instandhaltung und des

Abb. 6: Schutzbauwerke – Steinkastensperre und Sperre aus Betonfertigteilen (Dovški potok)
 Fig. 6: Consolidation structures - wooden and concrete crib-dam (Torrent Dovski potok)



Abb. 7: Beschädigte Betonsperre (Wildbach Belca)
 Fig. 7: Damaged concret-dam (Torrent Belca)

nach dem Jahr 1994/95 sowohl die Bauwerke als auch die Wildbachgebiete schlecht instand gehalten, da die für die Instandhaltung/Instandsetzung bestimmten Gelder im Vergleich zu der Zeit vor 1990 um das zehnfache verringert wurden. Die Wildbachausbrüche in den Jahren 1994, 1995, 1998 haben das Gleichgewicht zwischen den Erosionskräften und der Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme noch zusätzlich zerstört und Schutz-

Ausbaus der bestehenden Wildbachregelungen und Schutzbauwerke in Wildbachgebieten.

Die Gewährleistung des Schutzes vor Erosion und Wildbächen ist nicht nur auf die Sicherheit der Bewohner der gefährdeten Gebiete beschränkt, sondern hat eine wesentlich breitere wirtschaftliche und demographische Dimension. In einem Staat, in dem die potenziell erosionsgefährdeten Gebiete fast die Hälfte des Landes aus-

machen, muss die Gewährleistung des Schutzes vor Erosion und Wildbächen zu einer immanenten politischen Frage werden. Der Schutz vor Erosion und Wildbächen muss eine prioritäre Entwicklungsfrage werden, eine Frage der Sicherheit von Menschen und Vermögen, der Lebensqualität und auch der Wirtschaftsentwicklung.

Die zum Alpenraum gehörenden Nachbarstaaten Sloweniens, mit denen sich Slowenien vergleichen möchte, investieren wesentlich mehr in die Sicherheit, als es in Slowenien der Fall ist, und sie investieren entsprechend den Verhältnissen auch jedes Jahr mehr. Sie sind sich bewusst, dass der Preis der Vorsorge wesentlich niedriger als der Preis der Sanierung ist. In Slowenien nimmt die Entwicklung in den letzten 15 Jahren auf diesem Gebiet leider eine andere Richtung. Je größer die Gefährdung, desto weniger Geldmittel werden für die Vorsorge bestimmt.

Wegen der starken Erneuerungsbedürftigkeit einer größeren Zahl von Wildbachbauwerken wird man in Slowenien einige Jahre einen größeren Teil der Geldmittel für deren Instandhaltung/Instandsetzung aufwenden müssen, worauf der Anteil der für die Vorsorge bestimmten Geldmittel entsprechend erhöht werden muss, um die Gleichgewichtsverhältnisse in den Erosionsherden zu bewahren. Wetterextreme werden immer häufiger, während die Zeit für die Aufholung des Versäumnisses bei der adäquaten Instandhaltung der Schutzbauwerke langsam ausläuft.

Literatur / References

Arhiv Podjetja za urejanje hudournikov, Ljubljana..., 1978. Vodnogospodarske osnove Slovenije - VGO. - Zv. vod. sk. Slov. - Strokovna služba.;

HORVAT, A., 1998.

1. Sistem okolje (vodni sistem), pogl. 1.4 Erozijska območja in transport plavin.- Metodologija za umestitev vodnogospodarskih sestavin v PPRS, Ekspertni prispevek (gradivo za končni elaborat), MOP RS, Ljubljana, 12 s.

PUH, 1995.

Porocilo o varstvu pred erozijo in hudourniki v Sloveniji, Ljubljana, 22 s.

PUH, 1998.

Vodni ujmi jeseni 1998 v Sloveniji in smernice za varstvene in varnostne ukrepe – Študijska naloga, št. proj. IV-108/98, MO / URSZR, Ljubljana, 96 s.

PUH, 2000.

Ocena in prikaz trenutnega stanja izvedenih ureditev za stabilizacijo povi-
rja na Nadiži in njenih pritokih ter na hudourniku Šijak, Strokovna naloga,
št. proj. IV-50/00, MOP/URSZN, 38 s.

PUH, 2001.

Analiza posledic neurij novembra 2000 na hudourniških območjih Slove-
nije; 2001 – Študijska naloga, št. proj. IV-8/01, MO / URSZR, Ljubljana,
135 s.

PUH, 2001.

Problematika erozije in poplavljanja na hudourniškem območju Drave, št.
proj. IV-86/01, MOP, Ljubljana, 98 s.

Puh, 2003. Ocena in prikaz stanja izvedenih ureditev za stabilizacijo po-
virja na reki Soci s Koritnico od Loga cezsoškega gorvodno; Strokovna na-
loga, št. proj. IV-16/03, MOPE, 138 s.

Vahtar M. et. al., 2000

Synthese der Wasserwirtschaftsinhalte als Grundlage für den Entwurf der
Raumentwicklung im Staatsrahmen, Arbeitsbericht, Ljubljana.

Adresse der Verfasser / Author's address:

* Director; Torrent & Erosion Control Enterprise, inc.

Hajdrihova 28, p.p. 319, SI-1001 Ljubljana, Slovenia

Tel.: +386 /1/ 4775 200, Fax: +386 /1/ 2510 030

E-Mail: ales.horvat@puh.si

** Ass. Prof. Dr.; University of Ljubljana,

BIOTECHNICAL FACULTY; Department of Forestry and

Renewable Forest Resources

ROFIX

Bauen mit System

moser / jaritz

Ingenieurbüro für Geologie, Hydrogeologie und Geotechnik



Münzfeld 50
A-4810 Gmunden

T 0 76 12 / 75 101
F 0 76 12 / 75 101 33

Sagschneiderweg 5
A-5760 Saalfelden

T 0 65 82 / 74 494
F 0 65 82 / 73 6144

E zt-buero@moser-jaritz.at

RACHOY CH., WERGLES N.

Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Erneuerung von Schutzbauten bei der ÖBB-Infrastruktur Betrieb Ag

Inspection, maintenance, repair and renewal of protective structures at the Austrian Federal Railways

Zusammenfassung:

Die Österreichischen Bundesbahnen sind in hohem Maße zur Gewährleistung der Sicherheit der transportierten Passagiere und Güter verpflichtet. Das umfasst auch die periodische Inspektion ihrer naturgefahrenrelevanten Anlagen, um deren Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten. Die verbindliche Dienstvorschrift von 1988, die Prüfintervalle, Prüfinspektoren und abzuleitenden Maßnahmen festlegt, wurde kürzlich überarbeitet. Ein geographisches Informations- und Datenbanksystem soll zukünftig bei der Dokumentation und Planung von Erneuerungen unterstützen sowie die Prüfer in Haftungsfragen entlasten. Schulungen und Dienstbehelfe sollen eine homogene und zuverlässige (fehlerfreie) Zustandsbewertung garantieren.

Summary:

The Austrian Federal Railways are fully liable for their transported passengers and goods and have to engage in periodical inspections to warrant the operability of protective structures against natural hazards. Intervals for inspections, the inspectors in charge and measures to be derived have been recently revised and the newly determined instructions enforced by an internal prescription. New tools, such as a geo-information system and a data-base, shall help the documentation of the inspections and aid the planning of renewals and furthermore exculpate the inspectors from liability. Training and written manuals shall guarantee a homogeneous and reliable assessment of the technical state of protective structures.

Einleitung

Die Österreichischen Bundesbahnen sind per Eisenbahngesetz (EisbG 1957 § 19(1)) in hohem Maße für die Sicherheit von transportierten Passagieren und Gütern verantwortlich. Das verpflichtet die ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, als Betreiber der Schieneninfrastruktur, zu einer umfassenden Kontrolle des Zustandes ihrer Anlagen (EisbG 1957 §19a(1)). Nicht nur die gesetzliche Verpflichtung gibt den Ausschlag für die laufenden Zustandsprüfungen. Im Zuge der Teilung der Österreichischen Bundesbahn in verschiedene Unternehmen und der Liberalisierung der Bahntrassen gewannen die Inspektionen und deren Dokumentierung zusätzlich an Bedeutung. Die ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG als Betreibergesellschaft muss sich in Schadensfällen ihrer Verantwortung stellen und wird durch den Nachweis der erbrachten Inspektionen in Haftungsfragen entlastet. Weiters entwickelt man sich zunehmend Richtung Interoperabilität weiter, was eine Vereinheitlichung der Standards im Sinne der einheitlichen Europäischen Normen verlangt.

Grundlage für die Instandhaltung von Bahnanlagen bildet die ÖNorm EN13306 (CEN, 2001) wobei die Punkte 7 ‚Instandhaltungsarten und -strategien‘ und 8 ‚Instandhaltungstätigkeiten‘ maßgeblich für das Instandhaltungskonzept sind. Generell wird laut DIN 31051 unterschieden zwischen Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Erneuerung, was auch auf die naturgefahrenrelevanten Anlagen zutrifft. Unter Inspektion werden Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes verstanden und unter Wartung jene Maßnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes. Als Instandsetzung bezeichnet werden Maßnahmen zur Wiederherstellung von technischen Elementen eines Systems. Eine Erneuerung wäre demnach ein vollständiger Austausch der gesamten Anlage.

Die anlagenbezogenen Prüfungsintervalle, was geprüft wird und wie, ist in einem verbindlichen Dienstbehelf zusammengefasst, dem Instandhaltungsplan (ÖBB, 2005). Die überarbeitete Fassung von 2005 löste die alte Dienstvorschrift B20 (ÖBB, 1988) ab und brachte im Bereich der naturgefahrenrelevanten Anlagen und Grundflächen ein Mehr an Sicherheit. Darin festgeschrieben sind die zu prüfenden Anlagen, die Prüfintervalle, sowie die jeweiligen Qualifikationen, die der Prüfer unbedingt vorzuweisen hat.

Was wird inspiziert

Folgende Anlagen werden als naturgefahrenrelevant eingestuft:

- Fels- und Böschungslehnen
- Felssicherungen
- Steinschlag- & Lawinerverbauungen
- Schutz- und Bannwälder
- Forstwege und Lehensteige
- Wildbäche und Sperren
- Uferschutzanlagen und Steinbrüche

Die ‚Lehne‘ ist ein alter eisenbahnspezifischer Begriff, der sich bis in die Bahnbauzeit zurückverfolgen lässt. ‚Lehne‘ entspringt vermutlich dem Begriff des ‚Anlehns‘ und verweist darauf, dass sich die Felswand bzw. der steile Hang an den Berg anlehnt. Konkret gemeint sind jene Steilhänge, von denen eine Gefahr für die Eisenbahnanlagen ausgeht. Die Gefahr entsteht in der Regel durch die Lockerung von Gesteinsmaterial oder Schneerutsch. Es wird unterschieden zwischen Fels- und Böschungslehnen, wobei erstere nur unter Verwendung von Absturzsicherungen begehbar sind.

Wie wird inspiziert

Herzstück der Instandhaltung bildet die Inspekti-

on, bei der Mängel aufgezeigt werden und ein-
zuleitende Maßnahmen bestimmt werden. Dabei
wird grundsätzlich unterschieden zwischen:

- allgemeiner Streckenaufsicht:
augenscheinliche Kontrolle auf
äußerlich erkennbare Schäden
- periodischen Prüfungen:
Untersuchung und Begutachtung
- Sonderprüfungen: anlassbezogen

Die allgemeine Stre-
ckenaufsicht ist eine
Begehung und augen-
scheinliche Kontrolle
der naturgefahren-
sensiblen Streckenab-
schnitte, die einmal
im Halbjahr, und zwar
nach Möglichkeit im-
mer von derselben Per-
son, durchgeführt wird,
um eine Kontinuität in
den Beobachtungen zu
gewährleisten. In der
Regel erfolgt sie alle
zwei Monate durch
eine Befahrung und
mindestens einmal
jährlich durch eine Be-
gehung.

Den inspizierenden Personen wird eine Reihe an
Kriterien mitgegeben, auf die geachtet werden
müssen, wie z.B.: auffälliger Bewuchs, Kluftver-
änderung im Gestein, Nassstellen und Wasseraus-
tritte etc.

Für naturgefahrenrelevante Anlagen
und Grundflächen sind weiters periodische Prü-
fungen in je nach Anlage festgelegten Intervallen
vorgeschrieben. Die Inspektionen werden von

geschultem Personal in möglichst gleichmäßigen
Abständen ausgeführt: Einmal jährlich ist eine
technische Prüfung durch den Servicetechniker
Lehne¹ und alle 4 Jahre durch den Prüftechniker²
vorgesehen. Deren Ergebnisse werden sowohl in
einem Datenbanksystem als auch in Papierform
dokumentiert und müssen mindestens 12 Jahre
aufbewahrt werden. Werden vom Servicetechni-
ker Lehne schwerwiegende, sicherheitsrelevante
Mängel festgestellt, müssen diese unverzüglich

Inspektionen		
ANLAGE	PRÜFER	PRÜFINTERVALL
Lehnen Felssicherungen, Stein- schlag- u. Lawinenverbau- ungen, Wildbachverbau- ungen, Uferschutz Schutz- und Bannwälder Lehnensteige, Forstwege, Steinbrüche, Brandschutz- streifen Lawinenanbruchgebiete und Lawenstriche Wildbacheinzugsgebiete und Wildbachläufe Touristische Steige, sowie Rad- und Wanderwege über Eisenbahngrund	Servicetechniker Lehne oder von ihm beauftragter Mitarbeiter (mind. Lehnen- aufseher)	1 x jährlich (mindestens einmal im Kalenderjahr, vorzugs- weise nach der Frost- oder Tauperiode oder vor Winterbeginn, wobei ein Mindestabstand von 9 Monaten und ein Höchst- abstand von 15 Monaten einzuhalten ist)
Felssicherungen, Stein- schlag- u. Lawinenverbau- ungen, Uferschutz	Prüftechniker Schutzver- bauten	alle 4 Jahre (mindestens einmal in 4 Kalenderjah- ren, wobei ein Mindest- abstand von 42 Monaten und ein Höchstabstand von 54 Monaten einzu- halten ist)
Schutz- und Bannwälder	Prüftechniker Schutzwald	

Tab. 1: Inspektion und Prüfintervalle

Tab. 1: *Inspection and inspection interval*

einem Prüftechniker zur Einleitung weiterer Maß-
nahmen gemeldet werden.

Sonderprüfungen fallen nach außerge-
wöhnlichen Witterungsverhältnissen, aber auch
aufgrund einschlägiger Normen, Betriebsvor-
schriften oder Herstellerangaben an und sind
demnach nicht planbar. Sie werden je nach Anla-
ge vom Servicetechniker Lehne oder einem Prüf-
techniker durchgeführt.

Bei der Inspektion führen die Prüfer ein
Inspektionsformular mit sich. Darin aufgenom-
men werden:

¹ Ausbildung zum Servicetechniker Fahrweg Lehne

² technische Ausbildung

- Allgemeine Daten:
Name des Prüfers, Datum/Uhrzeit
- Angaben zum Verbauungsgebiet und zur Art des Bauwerkes/Bautypen:
GPS Punkte bei Ersterhebung, Anlagenkategorie und Bautype, Material, Art der Errichtung
- Anlagenstatus und Lage (Einzugs-, Anbruchgebiet):
Seehöhe, Höhe über Schienenoberkanten, Länge und Höhe des Bauwerkes, Fläche [m²], Konstruktionsstärke, Kubatur [m³], Entfernung von der Gleisachse
- Zustand:
Zustandsklasse und Bezeichnung
- Zuständigkeit:
Streckencode und Bezeichnung, Streckenkilometer von - bis

Geplant ist weiters die Erstellung eines bebilderten Schadenskatalogs, der nach Anlagenkategorien geordnet eine Checkliste für die Kontrolle von Schutzverbauungen bieten soll. Schäden an Beton, Ankern, Trägern etc. sollen dort zum Vergleich dargestellt und beschrieben werden und als Hilfestellung bei der Inspektion und Zustandsbewertung dienen.

Angestrebtes Ziel ist es in den kommenden Jahren, neben der augenscheinlichen Inspektion, auch Messungen z.B. an den Ankern durchzuführen. Mögliche Methoden werden derzeit geprüft.

Wer inspiziert

Alle Inspektoren müssen definierte Mindestqualifikationen mitbringen, um Prüfungen durchführen zu dürfen.

Die jährlichen Begehungen werden vom Servicetechniker Lehne durchgeführt. Bei letzterem handelt es sich um intern geschultes Personal,

das inhaltlich der Fachlinie Naturgefahren-Management zugeordnet ist. Der berufliche Weg eines Servicetechnikers Fahrweg Lehne beginnt mit einer allgemeinen Grundausbildung. Die Weiterbildung zum Servicemitarbeiter Fahrweg Lehne umfasst neben anderen auch die Module ‚Grundkenntnisse Naturgefahren-Management‘, ‚Forstarbeiten‘ und ‚Motorsägearbeiten‘ und ‚Seil-/Sicherungstechniken‘. Zudem werden darauf aufbauend sogenannte Servicetechniker Fahrweg Lehne ausgebildet, die die Module ‚Sprengarbeiten‘, ‚Lawinschutz‘ und ‚ingenieurbio-logische Maßnahmen‘ durchlaufen.

Die periodischen Prüfungen werden von einem sogenannten Prüftechniker durchgeführt, der ebenfalls eine interne eisenbahn- und bautechnische Ausbildung durchläuft.

Unterschieden wird zwischen dem ‚Prüftechniker Schutzverbauten‘ und dem ‚Prüftechniker Schutzwald‘. Ersterer verfügt zusätzlich zu der internen bautechnischen Fachprüfung über eine abgeschlossene Ausbildung einer technischen Universität, Fachhochschule bzw. HTL oder ein Studium der Universität für Bodenkultur mit der Studienrichtung Forstwirtschaft, zweiterer unbedingt über eine forstliche Ausbildung (HLF oder Universität).

Zudem werden nach Bedarf zusätzliche Einschulungen angeboten, etwa ins GIS oder in Datenbanken und praktische Kurse für die Erkennung von Schäden an Anlagen des Naturgefahren-Managements abgehalten. In diesen Schulungen werden typische Schadensbilder besprochen und auch Zustandserhebungen praktisch an Bauwerken erprobt. Sie sollen gewährleisten, dass die Bewertungen möglichst homogen erfolgen. Weiters wird darauf geachtet, dass die Bauwerke in der Folge durchgängig von den gleichen Personen bewertet werden.



Abb. 1: Inspektion Felslehne (Quelle: Plasser, 2006).

Fig 1: Inspection of precipice along railway line

Zustandsklassen und Maßnahmen

Bei der Inspektion wird der Zustand des Bauwerkes ermittelt. Daraus ergibt sich die globale Bewertung des einzelnen Bauwerks anhand 5 vordefinierter Zustandsklassen.

Weiters werden daraus die zu tätigen Maßnahmen abgeleitet, die im Instandhaltungsplan festgeschrieben sind:

- Keine Maßnahmen
- Sofortmaßnahmen
- Instandhaltung
- Erneuerung

Datenbank und GIS

Bis dato gibt es keine einheitliche Anlagenerfassung und Zustandsbewertung der Bauwerke des Naturgefahren Managements in den unterschiedlichen Regionen. So existieren z.B. unterschiedliche Bezeichnungen für ein und dieselbe Anlage und es fehlt eine Abstimmung der wirtschaftlichen und technischen Daten. Ein weiteres Problem in Verbindung mit der mangelhaften Dokumentation der Inspektionen ist der daraus resultierende Beweisnotstand nach Ereignissen, was die Prüfer in Haftungsfragen belasten könnte.

Im Aufbau befindlich sind ein Datenbanksystem und ein geographisches Informationssystem in dem neben der Kartierung von naturgefahren-

Tab 2: Zustandsklassen und deren Beschreibung.

Tab 2: Assessment of technical state: classes and description

Zustandsklassen	Beschreibung
KL 1	sehr guter Erhaltungszustand, keinerlei Einschränkungen
KL 2	guter Erhaltungszustand, keinerlei Einschränkungen, das Objekt weist kleinere Mängel auf, die längerfristig (> 12 Jahre) eine Instandsetzung erfordern.
KL 3	schlechter Erhaltungszustand, keinerlei Einschränkungen, das Objekt weist größere Mängel auf, die mittelfristig (5 – 12 Jahre) zu Einschränkungen und/oder Substanzschädigungen führen können – Eingabe für Aufwandsplan.
KL 4	sehr schlechter Erhaltungszustand, keinerlei Einschränkungen, das Objekt weist größere Substanzschädigungen auf, die aus technischen/wirtschaftlichen Gründen nicht mehr behoben werden können, oder es entspricht nicht mehr dem technischen Ausbaustandard der Strecke – Eingabe für Erneuerungsplan.
KL 5	sehr schlechter Erhaltungszustand, bereits Einschränkungen, das Objekt weist größere Substanzschädigungen auf, die aus technischen/wirtschaftlichen Gründen nicht mehr behoben werden können, oder es entspricht nicht mehr dem technischen Ausbaustandard der Strecke – Eingabe für Erneuerungsplan.
Zusatz S	für alle sicherheitsrelevanten, auf Einzelkomponenten bezogenen Mängel oder Zustände die zu Sofortmaßnahmen oder Behebung mit Fristen führen. Der Zusatz kann für jede Bewertungsklasse angegeben werden.

sensiblen Streckenabschnitten und dem Forstflächenmanagement vor allem der Anlagendokumentation ein Hauptaugenmerk gilt. Bei der Erstaufnahme der Bauwerke wird deren Lage mittels GPS ermittelt und direkt ins Geoinformationssystem eingespeist. Es erfolgt eine geographische Abgrenzung der Verbauungsgebiete und resultierend eine punkt- oder linienförmige geographische Darstellung der Anlagen mit dem jeweiligen Strecken- und Grundstücksbezug.

Rufen Datenbanken wegen dem vermeintlichen Mehr an Verwaltungsarbeit oft ablehnende Reaktionen der zukünftigen Benutzer hervor, wird sich diese Lösung durch hohe Benutzerfreundlichkeit auszeichnen. Zusammen mit dem über das Web zugänglichen GIS stellt es eine Unterstützung für den Anwender im täglichen Gebrauch dar. Neben der Anlagenerfassung dient es auch als Planungsgrundlage für Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen und damit der Prioritätenreihung und Ressourcensteuerung. Nicht zuletzt aber ist der Nachweis für die Einhaltung der gesetzlichen Auflagen Argumentationshilfe und gewährleistet die Beweissicherung nach Ereignissen.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Da der Instandhaltungsplan erst seit relativ kurzer Zeit in Kraft ist, können noch wenige Schlussfolgerungen aus den bisher gemachten Erfahrungen abgeleitet werden. In jedem Fall bringt er aber für den Naturgefahrenbereich ein deutlich gesteigertes Maß an Inspektionen. In der nächsten Zeit sollen die Möglichkeiten und praktikable Methoden zur Prüfung von Betongüte und Ankerkräften an bestehenden Bauwerken erhoben werden. Damit wird die Inspektion neben der augenscheinlichen Überprüfung um eine Dimension erweitert. Zusammenfassend sind folgende Punkte die wichtigsten Eckpfeiler der Inspektion:

- periodische Inspektionsintervalle
- Ersterfassung und Zustandsbewertung mittels Protokoll
- Dokumentation mittels Datenbank und geographischem Informationssystem
- Ausbildung und Fortbildung der Mitarbeiter
- direkte Ableitung von Maßnahmen



Abb. 2: Beschädigtes Steinschlagnetz (Quelle: Dirninger, 2006).

Fig. 2: Damaged rockfall net



Abb. 3: Zerstörte Schneebrücken am Feuersang bei Bockstein/ Salzburg (Quelle: Wahl, 2005)

Fig. 3: Damaged steel snow bridges on the Feuersang-mountain near Bockstein/ Salzburg

Derzeit wird häufig die Reinvestition der Instandhaltung vorgezogen, wovon man zukünftig abkommen will. Es fehlt in diesem Bereich jedoch das Wissen um die Wirtschaftlichkeit von Instandhaltung versus Neuerrichtung. Wünschenswert wäre deshalb ein Ansatz, der mit dem Life-Cycle-Cost-Modell vergleichbar wäre und im Bereich Schienen bereits erfolgreich angewandt wird.

Literatur / References

- ÖBB-INFRASTRUKTUR BETRIEB AG (2005):
DB IS 2 Instandhaltungsplan, Teil 3 (sonstige Anlagen des Fahrwegs, S. 12 – 13. Selbstverlag ÖBB, Wien.
- ÖSTERREICHISCHE BUNDESBAHNEN (1988):
B 20, Dienstvorschrift für den Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienst, Selbstverlag ÖBB, Wien.
- BUNDESGESETZ ÜBER DAS EISENBAHNWESEN (1957):
Abschnitt III für öffentliche Eisenbahnen geltende Bestimmungen.
- COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (2001):
EN 13306, CEN, Brüssel.

Adresse des Verfassers/

Author's adress:

Dipl.-Ing. Christian Rachoy
ÖBB Infrastruktur Betrieb AG
Naturgefahren Management
Infra Service – Technik
Naturgefahren Management
Elisabethstraße 9, 1010 Wien



Maschinenring

Maschinenring-Forstdienste

Ihr starker Partner

- ▶ **Aufforstung**
- ▶ **Durchforstung**
- ▶ **Vor- und Endnutzung**
- ▶ **Verwertung von Rund- und Energieholz**
- ▶ **Forstwegsanierung**

Mehr über unsere Forstdienste erfahren Sie bei Ihrem Maschinenring und unter www.maschinenring.at

maschinenring.at

PICHLER A. / STÖHR D.

Ein Konzept zur Überwachung und Betreuung der Wildbacheinzugsgebiete in Tirol

A concept for the monitoring and support of the torrent catchment areas in Tyrol

Zusammenfassung:

Voraussetzung und maßgebender Bestandteil einer nachhaltigen Wildbachbetreuung sind kontinuierliche Wildbachbegehungen. Diese sind als wesentliche Katastrophenvorsorge zu bezeichnen und im Wirkungs- bzw. Verantwortungsbereich der Gemeinden zu erhalten! In Tirol werden die Gemeinden bei der Umsetzung dieser Daueraufgabe von der Wildbach- und Lawinenverbauung und vom Land Tirol unterstützt.

Die laufende Gewässerpflege ist eine vorbeugende und sehr kostengünstige Schutzmaßnahme vor Wildbachgefahren. Der Bach als Wasserweg ist vergleichbar mit einem Verkehrsweg bzw. einer Straße und bedarf der dauernden Wartung. Dieser ist von Abfluss behindernden Bewuchs, Wildholzansammlungen und Ablagerungen freizuhalten.

Summary:

Since periodical watercourse maintenance is a preventive and low cost measure against torrential hazards, the basis of a sustainable torrent management are continuous torrent inspections. Consequently, these inspections should remain in the responsibility of the communities. Above all the channelbed has to be cleaned and kept free of shrubs and trees, woody debris and deposits of sediment. The communities of Tyrol are supported by the Torrent- and Avalanche Control Service and by the government of Tyrol in performing this permanent job.

1. Einführung

In Tirol bedrohen mehr als 2.000 Wildbäche unmittelbar den Lebensraum. Gefahrenzonenpläne zeigen das Ausmaß der Gefährdung auf. In vielen Wildbächen grenzen technische Verbauungen das mögliche Schadensausmaß ein. Wenig bekannt ist jedoch, dass Schutzbauten / Verbauungen nur dann bestimmungsgemäß funktionieren und Gefahrenzonenpläne nur dann stimmen, wenn die Wildbachgerinne auch regelmäßig gewartet werden.



Abb. 1: Wildholz kann Schadereignisse verschärfen oder sogar auslösen

Fig. 1: Wood debris can intensify or even release torrent hazards

Das neue Wildbachbetreuungskonzept ist ein Gemeinschaftsprojekt des Landes Tirol, des Gemeindeverbandes und der Wildbach- und Lawinerverbauung. Es unterstützt die Gemeinden bei der Umsetzung dieser für die Sicherheit in der Gemeinde wichtigen Aufgabe.

¹ Wasserrechtsgesetz 1959, Stand 22. Dezember 2003 (12. Abschnitt, Von der Aufsicht über Gewässer und Wasseranlagen)

2. Rechtliche Situation

2.1 Grundlagen

Die Gewässerzustandsaufsicht, die Aufsicht über die von der Wildbach- und Lawinerverbauung errichteten Anlagen und die laufende Kontrolle der Wildbäche werden sowohl im **Wasserrechtsgesetz 1959**¹ als auch im **Forstgesetz 1975**² geregelt. Ergänzend dazu sind das Wasserbautenförderungsgesetz 1985, die Verordnungen³ des Landeshauptmanns über die Abgrenzung der Wildbach- und Lawineneinzugsgebiete, die Verordnung⁴ über die

Aufgaben der Dienststellen der WLVB und die **Tiroler Waldordnung 2005**⁵ zu erwähnen.

Bei der Ausführung von Maßnahmen der Gewässerfreihaltung ist außerdem das Tiroler Naturschutzgesetz⁶ zu beachten.

2.2 Gewässeraufsicht

Die **Gewässerzustandsaufsicht** beinhaltet die Überwachung des Gewässerzustandes, insbesondere des hydromorphologischen

Zustandes der Gewässer, der Ufer und Überschwemmungsgebiete, einschließlich der nach §§ 38, 40 und 41 WRG 1959 bewilligten Anlagen (Einbauten in Gewässer, Entwässerungsanlagen und Schutz- und Regulierungsbauten) und der zum öffentlichen Wassergut gehörenden Grundstücke.

Die Rechtsvorschriften der **Gewässerpolizei (Anlagenaufsicht)**, der **ökologischen und**

chemischen Gewässeraufsicht (Gewässergüte-aufsicht) betreffen das Wildbachbetreuungskonzept nicht.

2.3 Zuständigkeitsüberschneidungen

Nach Vergleich der einschlägigen gesetzlichen Regelungen ergibt sich der Tatbestand, dass für die Gewässeraufsicht, insbesondere für die gewässermorphologische Aufsicht, und die Überwachung der Funktionsfähigkeit der Bauten der Wildbach- und Lawinenverbauung nach der Verordnung 1979 zum Forstgesetz und § 102 Forstgesetz die Wildbach- und Lawinenverbauung zuständig ist. Auf der anderen Seite liegt aber für die jährliche Begehung, deren Bericht an die Wasserrechtsbehörde und die Räumung von Wildbächen, die Zuständigkeit bei der Bezirksverwaltungsbehörde bzw. bei den jeweiligen Gemeinden. Auch die Instandhaltung der Anlagen wird gemäß Wasserrechtsgesetz und dem jeweiligen Wasserrechtsbescheid dem Konsenswerber – das sind in Tirol in der Regel die Gemeinden – zugewiesen.

Die jährlichen Begehungen der Wildbäche sind lt. Forstgesetz von den Gemeinden durchzuführen, parallel dazu haben die Dienststellen der WLW die Verpflichtung der Gewässeraufsicht. Diese umfasst mehr als die Kontrolle, ob Gegenstände im Bach gelagert sind, sondern auch der geomorphologische Zustand der Gewässer und deren Ufer sowie der Zustand der Einbauten sind zu beurteilen. Dies setzt qualifiziertes Personal voraus,

über welches die Gemeinden in der Regel nicht verfügen, obwohl die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Einbauten eine Aufgabe des jeweiligen Konsenswerbers ist.

Bisher wird seitens der WLW der Standpunkt vertreten, dass kleinere Reparaturen an Einbauten über den Betreuungsdienst der WLW abgewickelt werden, die rechtliche Verpflichtung dafür jedoch bei den Konsenswerbern liegt.

3. Stufenkonzept

Die Erfassung des Zustandes des Bachlaufes und der Schutzbauten in Wildbacheinzugsgebieten erfolgt in Tirol künftig auf der Basis eines Stufenplanes mit klaren Verantwortungsstrukturen.

3.1 Betreuungsstufen

Stufe 1: Jährliche Begehungen und Bericht an die Verwaltungsbehörde und WLW durch Gemeinden

Stufe 2: Vertiefte Beurteilung des hydromorphologischen Zustandes des Gewässers und der Ufer bzw. der Qualität der Einbauten alle 5 Jahre durch Gemeinden und die WLW

Stufe 3: Externe Qualitätskontrolle von wichtigen technischen Einbauten in Wildbächen etwa alle 20 Jahre durch die WLW

3.2 Projektziele

- **Naturgefahrenrisiko durch regelmäßige Wildbachkontrolle reduzieren**

Der Bach als Wasserweg ist vergleichbar mit einem Verkehrsweg und bedarf der dauernden Wartung. Hochwässer können nur dann ungehindert und ohne Schäden abfließen, wenn das Gerinne weitgehend frei ist von Wildholz, den

²Forstgesetz 1975 in der derzeit gültigen Fassung § 101 (Vorbeugung von Maßnahmen in Einzugsgebieten – Räumung von Wildbächen) und § 102 (Organisation und Aufgaben der Dienststellen)

³Verordnungen des Landeshauptmanns nach § 99 Abs. 5 Forstgesetz 1975 über die Abgrenzung der Wildbach- und Lawineinzugsgebiete

⁴Verordnung Bundesgesetzblatt No. 507/1979 über die Aufgaben der Dienststellen der WLW

⁵Tiroler Waldordnung LGBl 55/2005, Teil IV

⁶Tiroler Naturschutzgesetz 2005, LGBl. Nr. 26/2005

Wasserablauf hemmenden Bewuchs und anderen Hindernissen. Die laufende Gewässerpflege ist daher eine vorbeugende und sehr kostengünstige Schutzmaßnahme vor Wildbachgefahren, die im Wasserrecht, dem Forstgesetz und der Tiroler Waldordnung verankert ist.



Abb. 2: Wildholz nach Schneedruck im Bachlauf erfordert Gewässerpflege durch Freischnitten

Fig. 2: Wood after snow pressure in the channelbed requires watercourse maintenance by cutting free

• Betreuungsaufwand auf die wichtigsten Bachabschnitte reduzieren

Das Forstgesetz sieht die jährliche Begehung sämtlicher verordneter Wildbäche von der Quel-

le bis zur Mündung durch die Gemeinden vor. In Tirol haben die Fachleute der Wildbach- und Lawinerverbauung der Gebietsbauleitungen die gefährlichsten Bachabschnitte kartografisch, in einer eigens geschaffenen WEB-GIS-Anwendung, erfasst und die Begehungsstrecken näher präzisiert. Dabei wurde eine Differenzierung der Begehungsabschnitte in jährlich, keine und 5-jährlich vorgenommen.

• Umsetzung vereinfachen

Bei Feststellung von Missständen im Zuge einer Wildbachbegehung kann die Gemeinde dem Verursacher mit Bescheid die Beseitigung der Gefahrenquelle auftragen. In vielen Fällen ist es schwierig oder gar unmöglich, den Verursacher für ein Hindernis im Wasserlauf festzustellen, die meisten Gefahrenquellen entstehen ohne menschliches Zutun. Daher werden die notwendigen Betreuungsmaßnahmen künftig mit einem eigenen Förderungsprogramm unterstützt.

• Doppelgleisigkeiten vermeiden

Derzeit trifft die Verpflichtung zur Betreuung der Wildbäche die Gemeinden, die Wildbach- und Lawinerverbauung und das Land Tirol, die Kom-

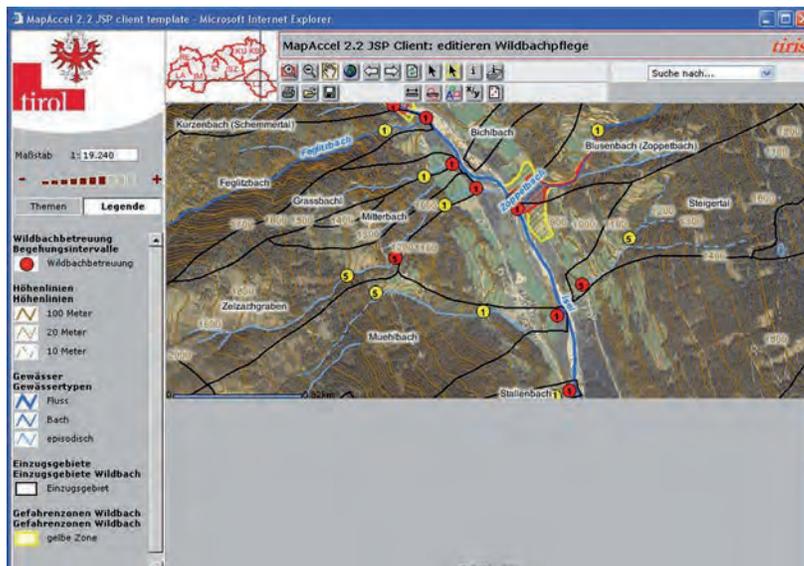


Abb. 3: Begehungsstrecken

Fig 3: Torrent inspection distances

1 5

Beginn der jährlich (alle 5 Jahre) zu begehenden Bachstrecke
Beginning of the annually (every 5 years) torrent inspection distance

1 5

Ende der jährlich (alle 5 Jahre) zu begehenden Bachstrecke
End of the annually (every 5 years) torrent inspection distance

petenzen überlagern sich teilweise. Das neue Wildbachbetreuungskonzept weist allen Projektpartnern klare Aufgaben zu:

- Die Gemeinden führen die Wildbachbegehungen durch und protokollieren Gefahrenquellen (Waldaufseher).
- Die WLV stellt die Qualität der Begehungen durch begleitende Kontrolle sicher (Wildbachaufseher).
- Die WLV reiht die notwendigen Betreuungsmaßnahmen nach ihrer Wichtigkeit und wickelt die Förderung dieser Maßnahmen ab.
- Die Gemeinden veranlassen die Umsetzung der Betreuungsmaßnahmen mit organisatorischer und praktischer Unterstützung der WLV.
- Das Land Tirol stellt die technische Infrastruktur (Tiris-Anwendung, Datenbank) zur Verfügung und beteiligt sich an der Finanzierung der Betreuungsmaßnahmen.

3.3 Wildbachbegehungsprotokoll

Der Begehungsbericht wird in einer Oracle-Datenbank, auf die alle im Arbeitsprozess beteiligten Institutionen via WEB zugreifen können, dokumentiert. Aufgelistete Gefahrenquellen werden vom Berichtersteller (Gemeindewaldaufseher oder auch Wildbachaufseher) mit Kurzbeschreibungen, örtlichen Angaben und vermuteten Verursachern ergänzt. Auch die exakte Verortung der Missstände in einem integrierten GIS-Tool, mit Übernahme der betroffenen Grundeigentümer aus der DKM bzw. der Walddatenbank, ist realisiert.

Bei der optischen (visuellen) Kontrolle werden folgende Mängel / Missstände im Hochwasserabflussbereich erhoben:

Holzablagerung

(abtriftbare Gegenstände, Abflusshindernisse, Schlagabfälle, Lawinen- und Windwurfholz)

Sonstige Ablagerungen

(Räumschnee, Lawine, Felsblöcke, Aushubmaterial, Müll)

Holzbewuchs

(Bäume im Bachlauf, einrutsch- und absturzgefährdete Bäume, Uferanbrüche und -anrisse)

Schutz- und Regulierungsbauten

(Bauwerkschäden, aufgefüllte Becken oder Stausperren)

Abflussbehindernde Einbauten

(künstliche Bachverlegung, Staubrett, Rohrdurchlass, Gebäude, Brücke, private Schutzbauten)

Wasserausleitungen und -einleitungen

(Oberflächenwasser, Kanal, Notentleerung, Wasserkraftanlage ...)

Auf Grundlage des Begehungsprotokolls kann die Gemeinde die Verursacherfeststellung, die Vorschreibung zur Mängelbehebung und bei Gefahr in Verzug die Räumung veranlassen. Die Dokumentation in der Datenbank dient auch als Bericht der Gemeinde an die Verwaltungsbehörde und die örtlich zuständige Dienststelle der Wildbach- und Lawinenverbauung, die entsprechende Zugriffsrechte in der Datenbank haben.

4. Praktische Erfahrungen

In Tirol ist die Erfassung des Zustandes von Schutzbauten in Wildbächen Teil einer ganzheitlichen Beurteilung der Abflussverhältnisse. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine nachhaltige Schadholz- / Schadwaldbewirtschaftung vorrangig ist,

damit die Funktionsfähigkeit von Schutzbauten gegeben ist.

Die kooperative Zusammenarbeit mit den Gemeinden, insbesondere den Gemeindeforstbetreuern, hat sich bei der Umsetzung der Wildbachbetreuung in Osttirol seit mehreren Jahren erfolgreich bewährt. Im Jahr 2006 wurden alle Gemeindeforstbetreuer Tirols in den jeweiligen Verwaltungsbezirken für die jährliche Wildbachbegehung von Mitarbeitern des Forstdienstes, der WLW und der Wasserrechtsreferate der Verwaltungsbehörde theoretisch und praktisch geschult.

Dabei wurden auch die Bürgermeister über das Wildbachbetreuungskonzept informiert.

In Arbeit sind der elektronische Akt zur Integration der Dokumentation in den Schriftverkehr der Gemeinden und die Erstellung einer internetfähigen Datenbank für den Informationsfluss zwischen Gemeinden, der WLW und der Wasserrechtsabteilung der Verwaltungsbehörde. Dazu sind auch Schulungen und Informationen der Gemeindeforstbetreuer in Vorbereitung.

Weiters wird ein Pilotprojekt zur Wildbachbetreuung im Bezirk Osttirol für die Finanzierung der Gewässerpflegemaßnahmen, insbesondere der Schadholz- / Schadwaldbewirtschaftung, mit einer Laufzeit von 10 Jahren erstellt. Wildbachbetreuer werden auch an

der Erfassung von Schlüsselbauwerken in einem digitalen Bauwerkskataster gearbeitet. Für bestehende alte Bauwerke (Geschieberückhaltesperren, Stausperren von Wasserrückhalteanlagen, Sperrstaffelungen) wurden / werden Untersuchungen der inneren und äußeren Standsicherheit, statische Bemessungen nach dem Stand der Technik sowie die Ausarbeitung von Sanierungsmaßnahmen vergeben.

5. IT-Konzept

5.1 Arbeitsteilung

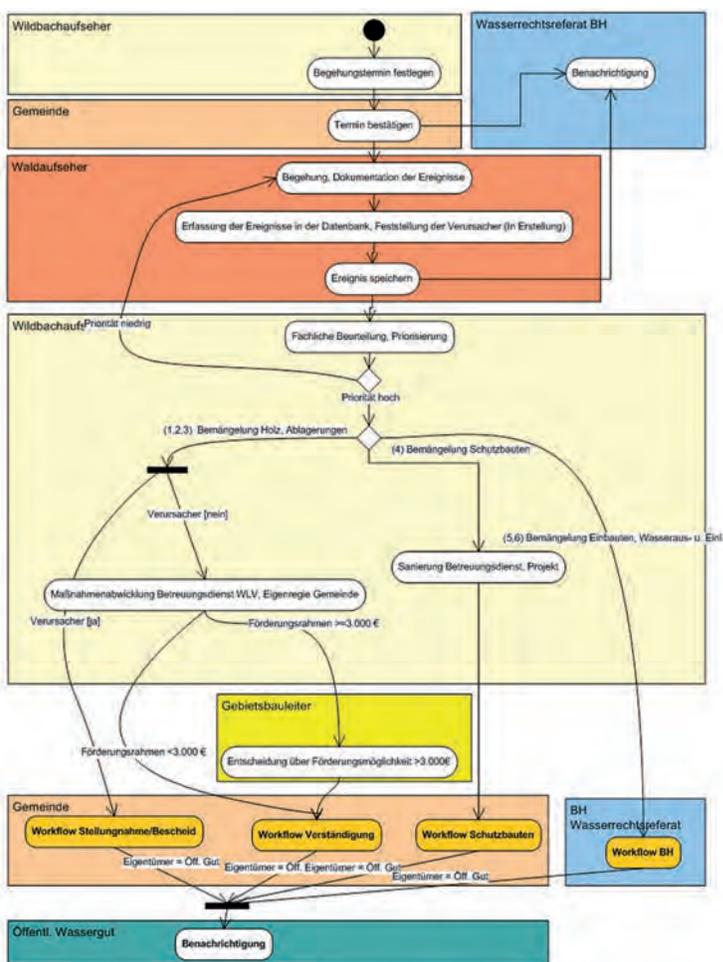


Abb. 4: Basic-Workflow des Wildbachbetreuungskonzeptes Tirol

Fig. 4 Basic-workflow of the torrent inspection concept Tirol

Im Wildbachbetreuungskonzept arbeiten alle Gemeinden, die WLW, mehrere Abteilungen des Landes und die Bezirkshauptmannschaften in einem arbeitsteiligen Prozess eng zusammen. Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Partner und der Komplexität des Informationsflusses entstand die Idee, den gesamten Arbeitsablauf über eine WEB-basierte Datenbank mit integrierter WEB-GIS-Funktionalität über das Portal Tirol abzuwickeln. Im Portal Tirol werden alle WEB-basierten IT-Anwendungen der Tiroler Landesverwaltung und der Gemeinden zusammengefasst. Damit konnten zahlreiche bestehende Funktionen (Userverwaltung, DKM-Zugang, etc.) genutzt werden. Weiters können die Anwender mit einer bereits bekannten Oberfläche arbeiten, was die Akzeptanz erhöht und den Schulungsaufwand niedrig hält. Ausschlaggebend für die Realisierung dieser Lösung war auch die Tatsache, dass alle 255 Waldaufseher Zugang zu einem EDV-Arbeitsplatz haben und bereits seit einem Jahr erfolgreich mit einer Anwendung im Portal Tirol (Walddatenbank) arbeiten.

5.2 Workflow

Der grundlegende Workflow für das Wildbachbetreuungskonzept stellt sich folgendermaßen dar:

- Der Wildbachaufseher der örtlich zuständigen Gebietsbauleitung legt den Begehungstermin für jeden Wildbach seiner Gebietsbauleitung im Frühjahr durch Eintrag in die Datenbank fest.
- Der Bürgermeister od. Gemeindesekretär bestätigt den Termin (= Auftrag an Waldaufseher zur Begehung), das Wasserrechtsreferat der BH sieht alle bestätigten Begehungstermine.
- Der Waldaufseher führt Begehungen durch, dokumentiert Ereignisse in der Datenbank und erhebt die betroffenen Grundeigentümer (Parzellenauswahl mittels WEB-GIS). Digitale Bilder können jedem Ereignis hinzugefügt werden, um die Dokumentation noch anschaulicher zu gestalten.

- Der Wildbachaufseher bewertet die Ereignisse fachlich und priorisiert diese.
- Je nach Ereignisart erfolgt die weitere Bearbeitung der wichtigen Ereignisse:
 - Bei Ereignissen, bei denen ein klarer Verursacher festgestellt werden kann, wird ein weitgehend automatisierter Schriftverkehr der Gemeinde mit Aufforderung zur Stellungnahme, Räumungsbescheid bis zu Androhung und Anordnung der Ersatzvornahme ausgelöst.
 - Bei der Mehrzahl der Ereignisse, die keinem klaren Verursacher zugeordnet werden können (Holzbewuchs im Abflussbereich, Holz das durch Rutschungen in den Bachlauf geraten ist usw.), setzt der Wildbachaufseher einen Kostenrahmen fest, der für die Aufarbeitung zur Verfügung gestellt wird. Eine Benachrichtigung des/der betroffenen Grundeigentümer(s) wird erstellt (inkl. Räumungsfrist). Nach Ablauf der Frist organisiert der Waldaufseher die Beseitigung des Hindernisses und reicht die Abrechnung bei der Gebietsbauleitung zur Förderung ein.
 - Bei Mängeln an Schutzbauten kann der Bürgermeister der Gebietsbauleitung einen Planungsauftrag zur Sanierung erteilen.
 - Bei Bemängelungen an sonstigen Einbauten sowie an Wasseraus- und Wassereinleitungen, erhält das Wasserrechtsreferat der Verwaltungsbehörde den Zugriff zur Ereignisdokumentation als Grundlage für entsprechende Wasserrechtsbescheide.
- Der Waldaufseher überprüft die Durchführung und schließt die Ereignisse ab.

Die Datenbank ist damit nicht nur ein Werkzeug für die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen, sie dient auch der Dokumentation aller durchgeführten Maßnahmen im Schadensfall und kann dazu beitragen, das Haftungsrisiko für alle Beteiligten Institutionen zu reduzieren.

6. Schulung und Information

Die Schulung der Gemeindewaldaufseher im Sommer 2006 war auf den fachlichen Aspekt der Wildbachbetreuung ausgerichtet. Der Fokus für die zweite Schulungsrunde im Frühsommer 2007 liegt bei der Dokumentation mit der neu geschaffenen Datenbank und der administrativen Abwicklung. Daher werden zu diesem Schulungsschwerpunkt neben den Waldaufsehern auch die Bürgermeister und Gemeindesekretäre eingeladen.

Die begleitende Öffentlichkeitsarbeit mit Beiträgen in regionalen und überregionalen Printmedien, Fachzeitschriften und der Tiroler Gemeindezeitung soll dazu beitragen, das Bewusstsein für die Wichtigkeit der Gewässerbetreuung bei allen beteiligten Institutionen und bei der breiten Öffentlichkeit zu verbessern.



Abb 5: Schulung der Waldaufseher für die Aufgaben der Wildbachbetreuung

Fig. 5: Training of the forest guards for the tasks of the torrent inspection

7. Ausblick

Die laufende Wartung der Wildbachgerinne, die Überwachung und Sanierung von Schutzbauten sind ein Schwerpunkt der Wildbach- und Lawinenverbauung. Für die nachhaltige Sicherung der Schutzwirkung sind finanzielle und arbeitsorganisatorische Voraussetzungen zu treffen. In den jeweiligen Verwaltungsbezirken sind die Wildbachaufseher zur fachlichen Begleitung der Gemeindewaldaufseher und zur praktischen Umsetzung von Betreuungsmaßnahmen mit eigenen Betreuungspartien der WLW auszustatten. Eine schlanke, effiziente Verwaltung und ein kooperatives Miteinander der beteiligten Institutionen garantieren den Erfolg.

Literatur / References

- FTD F. WLW, GBLTG. OSTTIROL (1995): Wildbachbegehung – Arbeitsunterlagen für die Gemeinden.
- PICHLER A. (2001): Vorbeugenden Schutz vor Wildbachgefahren: Betreuung von Wildbacheinzugsgebieten, Wildbachbegehung. In: BMLFUW (Hrsg.): Jahresbericht 2000. Innovation und Entwicklung des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien. S. 24-25.
- PICHLER A. (2003): Vorbeugender Schutz vor Wildbachgefahren: Wildbachbetreuung und Gewässerpflege. Wildbach- und Lawinenverbau, Heft 150: 133-141.
- PICHLER A., STÖHR D. (2006): Wildbachbetreuungskonzept Tirol: Schulungsunterlagen für Waldaufseher. Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Forstorganisation. Innsbruck. 36 S.

Adresse der Verfasser / Author's adress:

Dipl.-Ing. Albert Pichler
 Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
 Gebietsbauleitung Osttirol, Kärntnerstraße 90,
 9900 Lienz
 E-Mail: albert.pichler@die-wildbach.at

Dipl.-Ing. Dr. Dieter Stöhr
 Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Forstorganisation
 Bürgerstraße 36, 6020 Innsbruck
 E-Mail: dieter.stoehr@tirol.gv.at

WAIBEL M., PERZ TH.

Betriebsordnung für Hochwasserrückhaltebecken der Wildbachverbauung

Managementorder for flood-retarding-basins of the Austrian Foresttechnical System

Zusammenfassung:

Die im folgenden vorgestellte Musterbetriebsordnung für Hochwasserrückhaltebecken der Wildbach- und Lawinenverbauung verfolgt das Ziel, den nachhaltigen Schutz vor Naturgefahren von der Planung und Ausführung über die Überwachung bis zum möglichen Notfall bei Hochwasserrückhaltebecken zu gewährleisten.

Die Betriebsordnung soll ein leicht handhabbares Nachschlagewerk mit umfassenden Checklisten sein und zur Umsetzung eines einheitlichen Standards im Dienstzweig dienen. Die Anwendung ist immer unter dem Gesichtspunkt des lokalen Schutzbauwerkes und der Risikoklassifizierung zu sehen und entsprechend individuell anzupassen.

Summary:

The Managementorder for flood-retarding-basins of the Austrian Foresttechnical Service pursues the sustainable goal for protection from natural hazards from planning, building over monitoring up to the possible emergency. The Managementorder should be an easily manageable referencebook with comprehensive checklists for the application of uniform standards in the branch of the service. Application always has to be seen under the criterion of the local torrent control and the risk classification, according to the individual situation.

Grundgedanke und Ziel

Der Verbauungsgrundgedanke des Hochwasserschutzes durch Hochwasserretention ist ein fester Bestandteil in den Schutzkonzepten der Wildbachverbauung. Besonders in den letzten zwei Jahrzehnten wurden vom Forsttechnischen Dienst zahlreiche Hochwasserrückhaltebecken (HWR-HB) errichtet und in Betrieb genommen. Was liegt nun näher als die Frage nach der Regelung von Betrieb, Überwachung und Instandhaltung dieser Schutzanlagen? Aus diesem Grund hat der interne **Fachschwerpunkt für Hochwasserrückhaltebecken (Planung, Bau und Betrieb)** gemeinsam mit dem Büro Perzplan eine Musterbetriebsordnung erarbeitet.

Ziele der Musterbetriebsordnung für Hochwasserrückhaltebecken sind u.a.:

- Schaffung eines einheitlichen Standards (Stand der Technik)
- Umfassende Checkliste mit Vorlagen zur Erstellung einer Betriebsordnung (Zeitersparnis für Anwender)
- Leicht handhabbares Nachschlagewerk (Musterlisten, Rechte etc.)
- Österreichweite Umsetzung im Dienstzweig (Standardisierung)
- Spielraum für lokale Anwendung (flexibler und erweiterbarer Aufbau)

Die Betriebsordnung soll für die gesamte Betriebsphase die Sicherheit des Bauwerkes und des Betriebes – und damit den Schutz der unterliegenden Bevölkerung – gewährleisten. Die Betriebsordnung hat alle Phasen des Bauwerkes zu umfassen: Von der Planung und Ausführung über die Über-

wachung bis zum möglichen Notfall, der Überlastung des Beckens durch ein höherjährliches HW-Ereignis oder sonstige Störfälle (Verklaugung etc.). In diesem Sinne steht die Bauwerkssicherheit bzw. die Schutzfunktion auf folgenden drei Sicherheitssäulen:

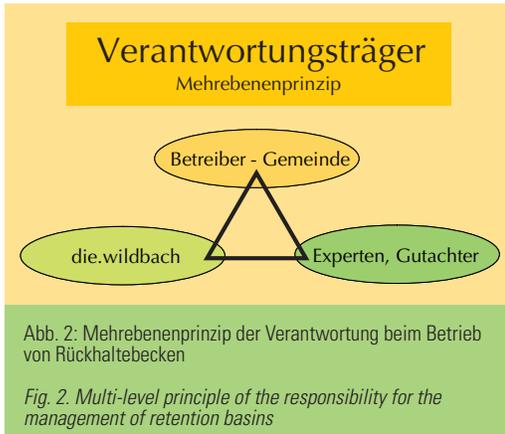


Verantwortungsbereiche

Nach der Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens wird die Verantwortung für den Betrieb an den Betreiber übergeben. Dieser ist in der Regel die Gemeinde als Wasserberechtigter (bzw. der so genannte Interessent). Im Ernstfall steht der Beckenbetreiber vor einer Fülle von Fragestellungen, wie zum Beispiel:

- Wie sieht die Konstruktion und Funktion des Bauwerkes aus?
- Wo sind mögliche Schwachstellen?
- Was ist zu tun bei einer Verklaugung?
- Was ist zu tun bei einem Störfall oder Überlauf?
- Wer trifft wann welche Entscheidungen?

Aufgrund der Komplexität der Situation wird auch die Verantwortung auf mehrere Ebenen verteilt, wie die untenstehende Grafik zeigt:



Gesetzliche Grundlage – Wasserrechtsgesetz

Die wichtigsten gesetzlichen Regelungen für eine Betriebsordnung von Hochwasserrückhaltebecken sind im Wasserrechtsgesetz (WRG) § 23a festgehalten. Die Überwachung von Stau- und Sperreanlagen ist im Gesetzestext insbesondere durch den Begriff des „Talsperrenverantwortlichen“ geregelt, wobei hier nach der Bauwerkshöhe bzw. dem Stauvolumen unterschieden wird. §23a sei im Folgenden zitiert:

WRG §23a:

Bestellung eines Talsperrenverantwortlichen

(1) Für Talsperren und Speicher, Flusskraftwerke ausgenommen, deren Höhe über Gründungssohle 15 m übersteigt oder durch die eine zusätzliche Wassermenge von mehr als 500 000 m³ zurückgehalten wird, ist vom Wasserberechtigten ein fachlich qualifizierter, verlässlicher und mit der Anlage vertrauter Talsperrenverantwortlicher sowie eine entsprechende Stellvertretung schriftlich zu bestellen und der Bezirksverwaltungsbehörde, der Gewässeraufsicht sowie dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft bekannt zu geben.

Der Talsperrenverantwortliche und seine Vertretung müssen dem technischen Führungsstab des Unternehmens angehören, die Befugnis haben, alle im Interesse der Talsperrensicherheit erforderlichen Maßnahmen zu veranlassen, und in angemessener Frist leicht erreichbar sein.

WRG §23a:

Qualifikation und Befugnis des Talsperrenverantwortlichen

(2) Auf Antrag des Wasserberechtigten kann die Wasserrechtsbehörde ausnahmsweise mit Bescheid gestatten, dass die Funktion des Talsperrenverantwortlichen und seiner Vertretung von Personen ausgeübt wird, die nicht dem Unternehmen angehören. In diesem Fall hat der Wasserberechtigte mit der Funktion des Talsperrenverantwortlichen oder dessen Vertretung einen fachlich qualifizierten, verlässlichen und mit der Anlage vertrauten Zivilingenieur des Bauwesens zu betrauen und mit allen Befugnissen auszustatten.

WRG §23a:

Aufgaben des Talsperrenverantwortlichen

(3) Der Talsperrenverantwortliche hat die Einhaltung der auf die Sicherheit der Talsperre Bezug habenden Vorschriften und Verwaltungsakte zu überwachen. Er hat festgestellte Mängel abzustellen, den Wasserberechtigten hierüber unverzüglich zu informieren und besondere Vorkommnisse der Wasserrechtsbehörde, der Gewässeraufsicht und dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft unverzüglich mitzuteilen. Umfassende Berichte über die Stand- und Betriebssicherheit der Gesamtanlage sind der Gewässeraufsicht und dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft jährlich vorzulegen. Durch Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft können Aufgaben und Tätigkeit des Talsperrenverantwortlichen näher geregelt werden.

Das Erfordernis eines Talsperrenverantwortlichen

Größe der Stau- und Sperrenanlagen	
H < 15 m V < 500.000 m ³	H > 15 m V > 500.000 m ³
WRG, Betriebsvorschriften	
Keine einheitlichen Richtlinien	Talsperrenverantwortlicher WRG § 23a
Abb. 3: Unterteilung von Stauanlagen nach Höhe und Speichervolumen (WRG §23a)	
<i>Fig. 3. Partitioning water retaining structures according to height and storage volume (WRG §23a)</i>	

respektive Beckenverantwortlichen ab einer Höhe von 15m über Gründungssohle (d.h. bei Sperren: Gesamtbauwerkshöhe von Fundamentunterkante bis Flügelmauer-Oberkante) hat den Hintergrund aus einer Untersuchung über Bauwerksversagen bei Talsperren und Staudämmen (Quelle: ICOLD, 1999).

Zusammenfassend ist nach aktuellem Stand des

Bauwerksversagen bei Talsperren und Dämmen	
H < 15 m	H > 15 m
50 % Überströmung	20 % Überströmung
30 % Innere Erosion	50 % Innere Erosion
20 % Andere Ursachen	30 % Andere Ursachen
Abb. 4: Bauwerksversagen bei Talsperren und Dämmen (Quelle: ICOLD, 1999)	
<i>Fig. 4. Building failure with dams (source: ICOLD, 1999)</i>	

Wasserrechtsgesetzes die Verantwortung und Haftung für Hochwasserrückhaltebecken **über 15m Bauwerkshöhe und über 500.000m³ Speichervolumen** folgendermaßen aufgeteilt:

Wasserberechtigter =

Beckenbetreiber (Interessent)

Talsperrenverantwortlicher =

Beckenverantwortlicher (Stauanlagenverantwortlicher)

Talsperrenwärter =

Beckenwärter: derzeit keine Regelung im Wasserrechtsgesetz

Mit Stand Jänner 2007 liegt bei der Staubeckenkommission des BMLFUW ein Entwurf für einen Erlass zum §23a WRG vor, der auch eine Regelung für kleine Stauanlagen unter 15m Höhe vorsieht, wenn ein erhebliches Gefährdungspotential gegeben ist. Das Kriterium des „erheblichen Gefährdungspotentials“ wird nach einem Vorschlag des Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau an der Universität für Bodenkultur (IKI-BOKU) entsprechend der Risiko-klassifizierung der ON-Regel 24803 und ÖNORM EN 1990 festgestellt.

Der derzeit geplante Erlass zum WRG §23a betrifft kleine Stauanlagen mit erheblichem Gefährdungspotential unter folgenden Kriterien:

- Höhe unter 15m
- Speichervolumen unter 500.000 m³
- Alle Stauanlagentypen
- Alle Nutzungsarten, wie z.B. Energiegewinnung, Hochwasserrückhalt, Beschneigung, Fischzucht, Sedimentation u.a.

die Wildbach ist dabei direkt betroffen im Funktionsbereich von Hochwasserrückhalt und Sedimentation (= Geschieberückhalt). Damit könnte in Zukunft auch für kleine Hochwasser- und Geschieberückhaltebecken ein Stauanlagenverantwortlicher (= Beckenverantwortlicher) auf Basis des geplanten Erlasses vorgeschrieben werden. Dieser hätte entsprechend dem Talsperrenverantwortlichen zum Personalstand des Wasserberechtigten (= Gemeinde, Interessent) zu gehören oder es wäre ein externer Ingenieurkonsulent (Befugnis: Bauwesen, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft oder gleichwertige Ausbildung, z.B. Wildbach- und Lawinenerverbauung) zu bestellen.

Auswirkungen auf das Verbauungssystem	Auswirkungen auf die geschützten Bereiche		
	hoch dicht besiedelte Gebiete	mittel einzeln stehende Wohnhäuser, bewohnte Gehöfte	gering landwirtschaftliche Flächen und Gebäude
hoch Auswirkung auf die gesamte Verbauung - Serienversagen	CC3	CC3	CC3
mittel	CC3	CC3	CC2
gering nur lokale oder keine Auswirkungen auf das Versagen weiterer Bauwerke	CC3	CC2	CC1

Abb. 5: Risikoklassifizierung (Vorschlag nach ON-Regel 24803, ÖNORM EN 1990)

Fig. 5: Risk classification (suggestion according to ON-Rule 24803, ÖENORM EN 1990)

Inhalt der Betriebsordnung

Die Musterbetriebsordnung gliedert sich in folgende Abschnitte:

1. Gebrauchsanleitung
2. Melde- und Alarmplan
3. Betriebsvorschrift
4. Projektunterlagen
5. Betriebstagebuch
6. Rechtsvorschriften und Normen

Weiters wird die Betriebsordnung unterteilt nach der Funktion der Drossel in:

- ungesteuerte Becken,
- gesteuerte Becken,

wobei letztere bei der Wildbach- und Lawinerverbauung derzeit selten zur Anwendung kommen und eine deutlich umfangreichere Betriebsordnung erfordern.

Melde und Alarmplan

Kernstück der Betriebsordnung ist der Melde- und Alarmplan. Er beinhaltet:

- Telefonliste für alle zuständigen Dienststellen und Personen
- Checkliste für den Hochwasserfall
- Meldeplan
- Alarmplan

und regelt das Vorgehen des Beckenverantwortlichen nach Gefahrenstufen, die sich je nach der Einstauhöhe des lokalen Rückhaltebeckens definieren.

Gefahrenstufen nach der Einstauhöhe:

- 1) Beginn Beckeneinstau; Wasserspiegel an Oberkante des Einlaufbauwerkes
- 2) Wasserspiegel liegt ca. ... m unterhalb der Überlaufkante der Hochwasserentlastung

- 3) Wasserspiegel wenige cm unterhalb der Hochwasserentlastung; Becken vollgefüllt (= Bemessungsstauziel)
- 4) Wasserspiegel liegt ca. ... cm unterhalb des außerordentlichen Stauziels (Hochwasserentlastung überströmt)
- 5) Wasserspiegel liegt ca. ... cm unterhalb Dammkronenniveau (außerordentliches Stauziel überschritten – Katastrophenszenario)

Neben dem geregelten Ablauf im Hochwasserfall wird auch das Vorgehen erläutert für außergewöhnliche Betriebsfälle, wie zum Beispiel:

- Verklausungen
- Bewegungen der Bauwerke
- Rutschungen im Stauraum
- Funktionsstörungen an Schiebern oder Rechen
- Wassergefährdende Stoffe im Beckenraum



Abb. 7: Verklausung Grundablass, HRB Gschirmbach/Amstetten

Fig. 7: Debris damming of the basin outlet, flood-retarding-basin Gschirmbach/Amstetten



Foto: Ing. Dieter Stadlbauer
Gschirmbach HRB 6
8.8.2002 - 7h07

Abb. 6: Überlauf Hochwasserentlastung, HRB Gschirmbach/Amstetten

Fig. 6: Flood overflow, flood-retarding-basin Gschirmbach/Amstetten



Abb. 8: Dauerstau im Becken, HRB Krumbach

Fig. 8: Uncontrolled permanent storage of water in the basin caused by debris damming, flood-retarding-basin Krumbach

Betriebsvorschrift

Die Betriebsvorschrift enthält die Dienstbeschreibung und Tätigkeiten für die drei Verantwortungs-träger:

1. Beckenbetreiber
2. Beckenverantwortlicher
3. Beckenwärter und deren Stellvertreter.

Von Bedeutung sind für jene vor allem die regelmäßige Durchführung des Beobachtungs- und Messprogramms, welches im Betriebstagebuch dokumentiert wird. Die Kontrollen erfolgen in regelmäßigen Abständen in Abhängigkeit von der Risikoklassifizierung des Beckens:

im / nach Ereignisfall	Siehe Alarmplan (Verkläuerungen, Ablagerungen etc.)
monatlich	Zustand von Bauwerken, Wege, Stauraum, Wildholz etc.
vierteljährlich	Pflege von Bewuchs, Böschungen, Drainagen, Verschlüssen
jährlich	Anlagenbeschau und Betriebsprüfung der Verschlussorgane
5- bis 10-jährlich	Fremdkontrollen, geodätische Kontrollen
nach Bedarf	Fernüberwachung, Pegelmessungen, Räumungen etc.

Betriebstagebuch

Das Betriebstagebuch wird vom Beckenwärter geführt, vom Beckenverantwortlichen geprüft und ist mindestens einmal jährlich dem Beckenbetreiber, der Wasserrechtsbehörde und dem Forsttechnischen Dienst vorzulegen.

In der Musterbetriebsordnung sind zur leichten

Handhabung und als Ausfüllhilfe Musterprotokolle (unter Anpassung an das lokale Becken) vorhanden.

Musterprotokolle für:

- Hochwasserfall
- Regelmäßige Messungen
- Instandhaltung
- Jährliche Anlagenbeschau
- Geräte und Werkzeugliste

Anlagenteil	Kontrollpunkte und Einwirkungen	Feststellung von Schäden und Mängeln		Anweisung zur Behebung	Erledigungsfrist	erledigt am
		nein	ja			
Datum:						
Absperrdamm						
Stützkörper	Verformungen - vertikal - horizontal - an Krone - an Böschungen					
	äußere Schäden durch - Witterung - Verkehr - Menschen u. Tiere - Versumpfung - Austrocknung - Verwachsungen Zustand der Bepflanzung					
Dammdichtung	Verformungen Rissebildung Güte Dichtungsmaterial Anschluss an Bauwerke					
Dränagesystem	Funktionstüchtigkeit Trübung, Färbung Wasser Vermässung an - luftseitiger Böschung - wasserseit. Böschung - Talflanken, -aue					
Bauwerke						
Einlauf- Bauwerk und Rechen	Rissebildung Setzung Fugenzustand Zustand Sichtflächen Zustand der Anstriche Ablagerungen					
Auslauf- bauwerk	Rissebildung Setzung Fugenzustand Zustand Sichtflächen Zustand der Anstriche Ablagerungen					
Hochwasser- entlastungs- anlage	Rissebildung Setzungen Fugenzustand Zustand Sichtflächen Zustand der Anstriche Ablagerungen					
Tosbecken	Rissebildung Setzung Fugenzustand Zustand Sichtflächen Zustand der Anstriche Querschnittsverkläuerung					

Abb. 9: Musterprotokoll für die Anlagenbeschau (Ausschnitt)

Fig. 9. A part of a sample form for construction-inspection of flood-retarding-basins

Schlussfolgerung

Die Hochwasserrückhaltebecken der Wildbach- und Lawinenverbauung sind wichtige Schutzbauwerke für die Unterlieger. Die regelmäßige Wartung dieser Anlagen hat somit höchste Priorität für die Sicherstellung ihrer Schutzfunktion. Notfall-

pläne, Melde- und Alarmpläne regeln Verantwortlichkeiten und Abläufe im Katastrophenfall.

Die vorliegende Musterbetriebsordnung soll den Betrieb der Hochwasserrückhaltebecken der Wildbach- und Lawinenverbauung regeln und standardisieren.

Damit sichert die.wildbach die nachhaltige Erfüllung ihres Schutzauftrages.

Die Musterbetriebsordnung ist als leicht handhabbares Nachschlagewerk mit umfassenden Checklisten zur einfachen Erstellung einer entsprechend individuell anzupassenden Betriebsordnung für ein konkretes Becken in einer konkreten Risikoklasse konzipiert.

Der Ersteller einer Betriebsordnung spart durch diese Vorlage Zeit und Arbeitsaufwand. Gleichzeitig sichert und standardisiert die.wildbach dadurch die hohe Qualität ihrer Betriebsordnungen.

Zusammenfassend gelten für Planung, Bau und Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken folgende Grundprinzipien:

- Einfache Bauweise
- Einfache Überwachung
- Regelmäßige Beobachtung
- und regelmäßige Schulung der Verantwortlichen

Literatur / References

AMT DER NÖ. LANDESREGIERUNG, ABT. WASSERWIRTSCHAFT (2001): NÖ Leitfadens Überwachung kleiner Staudämme.

AMT DER NÖ. LANDESREGIERUNG ABT. WASSERWIRTSCHAFT (2002): Handbuch zum Betrieb von Stauanlagen geringer Höhe.

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1992): Hochwasserrückhalteanlagen. Planung, Bau und Betrieb. Steiermark-Information 16.

BMLFUW, SEKTION WASSERWIRTSCHAFT (2006): Handbuch für Instandhaltung, Betrieb und Überwachung von Hochwasserrückhalteanlagen im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung.

ICOLD (1999): Statistical Analysis of Dam Failures, International Commission on Large Dams.

ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND (2006): Sicherheit von kleinen Stau- und Sperrenanlagen.

STAUBECKENKOMMISSION BMLFUW (2006): Entwurf zum Erlass zu § 23a WRG betreffend die Mindestanforderungen an den Stauanlagenverantwortlichen von kleinen Stauanlagen.

WASSERRECHTSGESETZ 1959 - WRG 1959 i. d. F. 2002

Adresse der Verfasser / Author's address:

Dipl.-Ing. Markus Waibel

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung

Gebietsbauleitung Steyr-Enns-Gebiet

Garnisonsstr. 14; 4560 Kirchdorf/Krems / Austria

Ingenieurkonsulent Dipl. Ing. Thomas Perz

Perzplan - Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

Franz Dinhobl Straße 4; 2630 Ternitz / Austria



Ingenieurbüro • DI Thomas Perz
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Forst- und Holzwirtschaft
Wildbach- und Lawinenschutz

DIPL. ING. THOMAS PERZ

2630 Ternitz • Franz Dinhobl-Straße 41 • Tel: 02630 - 35 105 •
Fax: 02630 - 35 105 DW 44 • office@perzplan.at • www.perzplan.at

DORIS HATTENBERGER

Rechtsfragen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Mess- und Warnsystemen in Wildbacheinzugsgebieten oder für Massenbewegungen

Natural Disaster Measuring and Warning Systems – some Legal Aspects

Zusammenfassung:

Der Betrieb von Mess- und Warnsystemen wirft eine Reihe von rechtlichen Fragen auf, von denen einzelne im Beitrag angesprochen werden. Zunächst interessiert die Frage der Zuständigkeit. Eine ausdrückliche gesetzliche Verpflichtung zum Betrieb derartiger Systeme besteht nicht. Das Wissen um die Gefährdung des Raumes durch Naturgefahren ist aber für verschiedene Behörden und Dienststellen eine notwendige Voraussetzung der Entscheidungsfindung. So ist einerseits der Forsttechnische Dienst der Wildbach- und Lawinverbauung zu nennen, der in umfassender Weise mit dem Naturgefahrenmanagement betraut wurde und in dieser Hinsicht auch Sachverständigenfunktion für andere Rechtsträger und Dienststellen wahrzunehmen hat. Zum anderen zu nennen sind die Gemeinden und Länder als Planungsträger oder jene Stellen (insbesondere Gemeinden und Bezirksverwaltungsbehörden), die für die Katastrophenbekämpfung zuständig sind. Eine Kooperation der genannten Stellen wäre wünschenswert, wobei sich als rechtliche Grundlage in erster Linie eine Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG anbietet. Bewilligungspflichten für diese Anlagen sind insbesondere nach dem Wasserrechtsgesetz, den Naturschutzgesetzen und den Bauordnungen der Länder zu prüfen. Im Hinblick auf die Gewährleistung ist vor allem darauf hinzuweisen, dass die Feststellung eines Mangels infolge des „Prototypcharakters“ dieser Anlagen problematisch sein kann. Vielfältig sind die haftungsrechtlichen Fragen, die der Betrieb derartiger Systeme aufwirft und von denen einzelne (zB Kausalität, Verschulden) herausgegriffen werden.

Summary:

The legal aspects of natural disaster warning systems are multifarious. Some of them have been addressed in this paper. With respect to the federal structure of the Austrian Republic the question of competence is a very important one, especially concerning to the question of financing these systems, the organisation of information and liability. It can be held that in general it is within the competence of both, the “Bund” and the “Länder”, to legislate and

execute measures for preventing and battling against catastrophes. So informations, which can be won from natural disaster warning systems, are helpful and necessary for both. A cooperation between them with respect to the installing, operating and financing these systems is suggested. These warning systems might need an authorisation according to various statutes, f.e. the Federal Water Act or the Nature Conservations Acts. An important question pertains to the warranty. The critical question will be the one, if a system is inediquate, or with other words: does not comply with the conditions agreed. Last but not least disaster warning systems raise multifarious questions with respect to the liability of the producer as well as of those, who operate these systems incorrect and thereby cause damages. Some of these questions were listed.

I. Einleitung

Rechtsfragen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Mess- und Warnsystemen sind überaus vielfältig. Einzelne rechtliche Aspekte sollen in den nachfolgenden Ausführungen angesprochen werden. So soll zunächst zur Frage Stellung genommen werden, für welche Behörden und Dienststellen die Informationen, die von diesen Anlagen „geliefert“ werden, von Nutzen sind, um sodann Möglichkeiten der Kooperation aufzuzeigen. Von den vielfältigen privatrechtlichen Implikationen sollen im gegebenen Zusammenhang Fragen der vertragsrechtlichen Einordnung und der wechselseitigen Rechte und Pflichten der Vertragspartner sowie gewährleistungs- und schadenersatzrechtliche Aspekte interessieren.

II. Zuständigkeit

A. Vorbemerkung

In einem bundesstaatlich verfassten Gemeinwesen, das der österreichischen Bundesverfassung zugrunde liegt, und das vorrangig auch durch die Verteilung der Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern konstituiert wird, stellt sich zunächst die Frage, in wessen Zuständigkeit Errichtung und Betrieb von Mess- und Warnsystemen fal-

len. Wie sich zeigen wird, ist darauf eine kurze Antwort nicht möglich. Das hängt insbesondere auch damit zusammen, dass die mit dem Betrieb von Mess- und Warnsystemen verfolgten Zielsetzungen zweierlei sein dürften. Sie liefern zum einen jene Informationen, die für die Abschätzung der Notwendigkeit von (weiteren) **Maßnahmen des aktiven und passiven Gefahrenschutzes** (Schutz- und Regulierungsbauten oder Maßnahmen der Negativplanung) notwendig sind. Zum anderen sollen damit jene Daten verfügbar gemacht werden, die für die Entscheidung zur Anordnung von **Maßnahmen des passiven, temporären Gefahrenschutzes** (z.B. Straßensperren, Evakuierungen), demnach von Maßnahmen zur Bewältigung einer unmittelbar drohenden oder bereits eingetretenen Gefahr erforderlich sind. Der Betrieb von Mess- und Warnsystemen ist demnach sowohl für die Gefahrenprävention, als auch die Gefahrenbekämpfung von Nutzen. Und zieht man des Weiteren in Erwägung, dass die Gefahren, die von diesen Systemen „erfasst“ oder „abgewendet“ oder in ihren Auswirkungen gemindert werden sollen, auch das Ausmaß von **Katastrophen**¹ erreichen können, so ist zu bedenken, dass die Gefahrenprävention – wie z.B. der Hochwasserschutz (Kompetenztatbestand „Wasserrecht“) oder der Schutz vor Felsstürzen und Hangrutschungen

(beide werden dem Kompetenztatbestand „Wildbachverbauung“ zugerechnet²) regelmäßig Sache des Bundes sind, jener der Katastrophenbekämpfung aber in die Zuständigkeit der Länder fällt³. Im Folgenden sollen einzelne der gesetzlichen Zuständigkeiten, die für die Errichtung und den Betrieb von Warn- und Messsystemen von Relevanz sein können, angesprochen werden. Dabei soll zweigeteilt vorgegangen werden. Zunächst werden jene Bestimmungen vorgestellt, die einer Behörde oder Dienststelle ausdrücklich die Aufgabe der Naturgefahrenforschung und der Information darüber übertragen. Sodann soll auf einzelne jener Zuständigkeitsnormen eingegangen werden, bei denen das Wissen um Naturgefahren eine Determinante der Entscheidungsfindung ist.

B. Aufgabe „Naturgefahrenforschung“

Der Begriff der „Mess- und Warnsysteme“ kommt in der österreichischen Rechtsordnung nicht vor. In einem einschlägigen Zusammenhang auffindbar ist allerdings der Begriff der „**Monitoringsysteme**“. So ist beispielsweise dem Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft⁴ aufgegeben, „Monitoringsysteme“ auch im Bereich der Naturgefahrenwissenschaften zu koordinieren (§ 4 Abs. 2 Z. 2 BWF-G). Eine Erläuterung des Begriffs der Monitoringsysteme ist in den Materialien⁵ zu diesem Gesetz nicht zu finden. Der Begriff der Monitoringsysteme ist ein weiteres Mal, nämlich im Aufgabenkatalog der Dienststellen des Forsttechnischen Dienstes

der Wildbach- und Lawinerverbauung, zu finden. Diese werden dazu berufen, „bei der Erstellung von Plänen und Monitoringsystemen, die sich auf Einzugsgebiete (...) beziehen“, mitzuwirken, auch wenn sie „anderen Zwecken als denen der Abwehr von Wildbach- und Lawinengefahren dienen“ (§ 102 Abs. 5 lit. h ForstG i.d.F. der ForstG-Nov BGBl I 2002/59). Auch in den Materialien⁶ zu dieser Bestimmung vermisst man eine nähere Bestimmung des Begriffs der Monitoringsysteme. Diese verweisen hinsichtlich der genannten Aufgabe auf die aus den verschiedenen Bereichen stammenden Planungen, Managementsysteme und „die dazu erforderlichen Monitoringsysteme“, die auch Einzugsgebiete von Wildbächen und Lawinen betreffen. „Um Zielkonflikte zu vermeiden, Synergien zu schaffen und eine breite Abstimmung bereits während der Planerstellung bzw. des Einsatzes von Monitoringsystemen auf diesen Flächen zu erreichen, wird der forsttechnische Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung zur Mitwirkung ermächtigt.“

Ausdrücklich mit Aufgaben der Naturgefahrenforschung betraut ist zunächst das schon erwähnte **Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft**. Gemäß der Zielbestimmung des § 1 BWF-G wird dieses Zentrum unter anderem auch für den „Schutz vor Naturgefahren und zur Risikoprävention“ errichtet. Gemäß § 2 Abs. 1 BWF-G obliegt dem Zentrum auch die naturgefahrenwissenschaftliche Forschung, das „diesbezügliche Erhebungs-, Versuchs-, Prüfungs- und Kontrollwesen“ und die „Erbringung von damit im Zusammenhang stehenden Dienstleistungen“. § 4 Abs. 1 Z. 3 BWF-G beauftragt das Zentrum auch mit der „Entwicklung, Prüfung und Verbesserung von Methoden, Verfahren und Untersuchungseinrichtungen“. Das Zentrum ist einerseits Informations-, Koordinations- und Beratungsstelle des Bundes; die Auskunfts-, Gutachter- und Beratungstätigkeit

¹ Unter einer Katastrophe ist – mit Beacht auf die Definitionen in den Katastrophenhilfegesetzen der Länder – ein Ereignis zu verstehen, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die Umwelt oder bedeutende Sachwerte in ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden und die Abwehr oder Bekämpfung der Gefahr oder des Schadens einen koordinierten Einsatz der dafür notwendigen personellen oder materiellen Ressourcen erfordert.

² Bußjäger, Katastrophenprävention 28ff.

³ Bußjäger, Katastrophenprävention.

⁴ Errichtet durch das Bundesgesetz, mit dem ein Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft als Anstalt öffentlichen Rechts errichtet und das Bundesamt für Wald eingerichtet wird (BWF-G), Art. 7 des Agrarrechtsänderungsgesetzes 2004, BGBl I 2004/83.

sowie die Erstellung von Planungsunterlagen wird aber auch gegenüber anderen Gebietskörperschaften sowie sonstigen natürlichen oder juristischen Personen geleistet (§ 4 Abs. 2 Z. 4 BWF-G). Diese Leistungen werden grundsätzlich gegen Entgelt oder Kostenersatz erbracht.

Eine gesamthafte Betrachtung der Regelungen, die die Aufgaben der **Dienststellen des forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung** regeln, ergibt eine sehr weit reichende Betrauung mit dem nichtbehördlichen Naturgefahrenmanagement⁷. Der Aufgabenkatalog, der sich aus einer Mehrzahl von Vorschriften erschließt – nämlich den Bestimmungen des Forstgesetzes⁸, des Wasserbautenförderungsgesetzes⁹ und des Wildbachverbauungsgesetzes¹⁰ – umfasst Aufgaben der „Beobachtung und Erforschung“ von Naturgefahren, der Projektierung und Durchführung von konkreten Schutzmaßnahmen und der Überwachung und Aufsicht. Und in Überschreitung der Bezeichnung der Dienststellen sind diese nicht nur für die Naturgefahren Wildbach und Lawine, sondern auch für andere Naturgefahren, nämlich z.B. Felssturz, Steinschlag, Schneeabsitzung, Erdabrutschung, Muren, Hochwasser und Wind, zuständig¹¹. Im gegebenen Zusammenhang ist auf jene Aufgabennormen einzugehen, die die Gefahrenbeobachtung umfassen. Dazu würde ich zunächst die **Gefahrenzonenplanung** nach § 11 ForstG zählen. Gefahrenzonenpläne, die in Verordnungsform vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft „unter Heranziehung“¹² der Dienststellen des forsttechnischen Dienstes der WLW zu erlassen sind, haben die wildbach- und lawinengefährdeten Bereiche, deren Gefährdungsgrad sowie jene

Bereiche darzustellen, für die eine besondere Art der Bewirtschaftung oder deren Freihaltung für spätere Schutzmaßnahmen erforderlich ist. Diese Pläne dienen zwar zum einen als Entscheidungsgrundlage für den forsttechnischen Dienst¹³, zum anderen aber sind sie „nach Maßgabe der den Dienststellen gebotenen Möglichkeiten so zu erstellen, dass sie als Grundlage für Planungen auf den Gebieten der Raumplanung, des Bauwesens und des Sicherheitswesens (...) geeignet sind“. Und der GZPI ist zum einen von den Dienststellen der WLW zur allgemeinen Einsicht aufzulegen, und zum anderen den betroffenen Gebietskörperschaften und den Bezirksverwaltungsbehörden zur Verfügung zu stellen (§ 11 Abs. 8 ForstG). Damit ist eine gewisse „Servicefunktion“ gegenüber anderen Gebietskörperschaften angesprochen, die von den Dienststellen zu leisten ist. Davon abgesehen ist zu bedenken, dass den Dienststellen ganz generell die „Vertretung“ des „öffentlichen Interesses der Wildbach- und Lawinenverbauung“ aufgetragen ist, denn sie sind beispielsweise zur Mitwirkung im Rahmen der behördlichen **Sachverständigentätigkeit** in Angelegenheiten der Wildbach- und Lawinenverbauung berufen (§ 102 Abs. 5 lit. f ForstG), auf ihren Vorschlag sind die Einzugsgebiete der Wildbäche und Lawinen durch Verordnung festzulegen (§ 99 Abs. 5 ForstG), sie sind in den Verfahren der Festlegung entsprechender Schutzmaßnahmen nach den §§ 100 und 101 ForstG anzuhören bzw. beizuziehen, ihnen obliegt die Erstellung eines Wildbach- und Lawinenkatasters, der wohl wiederum anderen Entscheidungsträgern als Grundlage der Entscheidungsfindung zur Verfügung steht, und sie sind nicht zuletzt – wie schon dargestellt – seit

⁵ RV 505, 22. GP

⁶ RV 970, 21. GP 39.

⁷ Hattenberger, Naturgefahren 70 und 82.

⁸ §§ 11, 30 und 98ff.

⁹ § 9 WBF, BGBl 1985/148 i.d.F. BGBl 1985/487.

¹⁰ § 19 des Gesetzes von 1884 betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern, RGBl 1884/117 idF BGBl 1959/54.

¹¹ Das ergibt sich aus § 27 Abs. 2 lit. a ForstG, aus § 7 der Gefahrenzonenplanverordnung (brauner Hinweisbereich) und aus § 9 Wasserbautenförderungsgesetz.

¹² In § 102 Abs. 5 lit. e ForstG ist von der „Ausarbeitung“ der Gefahrenzonenpläne die Rede.

¹³ § 1 lit. a der Verordnung des BMLF über die Gefahrenzonenpläne, BGBl 1976/436, nennt die Projektierung und Durchführung von Maßnahmen, lit. b nennt die Sachverständigentätigkeit.

der ForstG-Nov 2002, BGBl I 2002/59, zur „Mitwirkung bei der Erstellung von Plänen und Monitoringssystemen, die sich auf Einzugsgebiete (...) beziehen“ berufen.

C. Naturgefahren als Determinante der Entscheidungsfindung

Die Bedachtnahme auf die Gefährdung des Raumes durch Naturgefahren ist eine regelmäßige und ganz selbstverständliche Determinante der Entscheidungsfindung im Bereich **Raumplanung**. Dies erweist zunächst schon ein Blick in die Zielkataloge der Raumordnungsgesetze der Länder¹⁴. Als Zielvorgabe ist der Schutz vor Naturgefahren auf allen Ebenen der Planungshierarchie zu beachten; auf der Ebene der überörtlichen Planung, deren Instrumente typischerweise die Raumordnungs- und Entwicklungsprogramme sind, ebenso wie auf der Ebene der örtlichen Raumplanung, die in den Formen des örtlichen Entwicklungskonzeptes, des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes wahrgenommen wird. Des Weiteren verfügen die Raumordnungsgesetze der Länder regelmäßig, wenn auch mit unterschiedlicher Diktion, dass Flächen, die sich wegen der Gefährdung durch Naturgefahren zur widmungsgemäßen Bebauung nicht eignen, auch nicht als Bauland ausgewiesen werden dürfen. Zwar sind forstliche und wasserwirtschaftliche Gefahrenzonenpläne für die Gemeinden als Planungsträger nicht bindend¹⁵, die Pflicht zur sorgfältigen Erhebung der Planungsgrundlagen ist allerdings auch eine Bedingung für die Rechtmäßigkeit des Flächenwidmungsplanes¹⁶. Und dieser Pflicht wird dann nicht entsprochen sein, wenn sich ein Planungsträger mit derartigen Festlegungen nicht oder unzureichend auseinandersetzt.

Das Wissen um die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß der Gefährdung durch ein Elementarereignis ist auch für jene Dienststellen

und Behörden vonnöten, die für die Bewältigung einer unmittelbar drohenden konkreten Gefahr bzw. für die Bewältigung einer bereits eingetretenen Gefahrensituation zuständig sind. Hier sind wiederum unterschiedliche Zuständigkeiten zu beachten: So ermächtigt beispielsweise **§ 43 Abs. 1 lit. a Straßenverkehrsordnung** die zuständige Behörde, durch Verordnung die zum Schutz der Straßenbenützer oder zur Verkehrsabwicklung erforderlichen Verkehrsverbote oder -beschränkungen zu erlassen, wenn ein Elementarereignis eingetreten ist, oder mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Die Inanspruchnahme dieser Zuständigkeit erfordert (selbstredend) Wissen über die Gefahrensituation.

Gleich mehrere Bestimmungen kommen als Grundlage für eine Evakuierung in Betracht. Hier ist zunächst **§ 36 Sicherheitspolizeigesetz** zu nennen, der die Sicherheitsbehörde ermächtigt, das Betreten eines Gefahrenbereiches sowie den Aufenthalt in ihm per Verordnung zu verbieten. Voraussetzung für die Ausübung dieser Ermächtigung ist das Bestehen einer allgemeinen Gefahr für Leben oder Gesundheit mehrerer Menschen. Des Weiteren sind die Katastrophenhilfegesetze der Länder zu nennen, die die Möglichkeit der Räumung gefährdeter Gebiete zum Teil ausdrücklich vorsehen¹⁷.

Erreicht eine Gefahrensituation das Ausmaß einer Katastrophe, so finden (weitgehend)¹⁸ die **Katastrophenhilfegesetze** der Länder Anwendung. Diese regeln regelmäßig die Einsatzleitung im Katastrophenfall. In manchen Bundesländern¹⁹ ist diese dem Leiter der Bezirksverwaltungsbehörde übertragen; in anderen Bundesländern wird

¹⁴ Z.B. § 2 Abs. 1 Sbg Raumordnungsgesetz, LGBl 1988/44 idF LGBl 2004/96; § 1 Abs. 2 lit. d) Tir Raumordnungsgesetz, LGBl 2006/27 (VV).

¹⁵ Diese sind nach Ansicht des VwGH „bloß“ Gutachten mit Prognosecharakter, VwGH 27.3.1995, 91/10/0090.

¹⁶ Vgl. 8280/1978; Berka, JBl 1996, 79f.

¹⁷ Z.B. §§ 6 und 10 Abs. 2 stmk Katastrophenschutzgesetz.

¹⁸ Zu beachten ist, dass in einzelnen Angelegenheiten die Materiegesetzte entsprechende Notstandsbefugnisse vorsehen. Dazu Bußjäger, Katastrophenprävention (FN 1) 56.

¹⁹ Z.B. Niederösterreich, Salzburg.

danach differenziert, ob eine Katastrophensituation über den örtlichen Wirkungsbereich einer Gemeinde hinausgeht oder nicht²⁰. Übersteigt eine Katastrophe die Grenzen des politischen Bezirkes, so ist regelmäßig die Zuständigkeit der Landesregierung vorgesehen. Auch die Anordnungen der Einsatzleitung im Einzelfall erfordern (selbstredend) Kenntnisse über die Tatsache und das Ausmaß der Gefährdung.

D. Schlussfolgerungen

Die obige Darstellung einzelner gesetzlicher Grundlagen mit „Naturgefahrenrelevanz“ zeigt, dass spezifische Informationen über Naturgefahren für eine Mehrzahl von Entscheidungsträgern von Bedeutung ist. Der Betrieb von Warn- und Messsystemen ist demnach nicht nur für den forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung, sondern auch für die Sicherheitsbehörden oder die Bezirksverwaltungsbehörden und die Gemeinden von Interesse.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass jede Dienststelle oder Behörde sich selbst jenes Wissen und jene Informationen verschaffen muss, die für die Wahrnehmung der ihr gesetzlich übertragenen Aufgaben erforderlich sind. Und es liegt auch im Verantwortungsbereich der jeweils für die Gefahrenprävention oder -bekämpfung zuständigen Einrichtung die Entscheidung darüber zu treffen, ob Mess- und Warnsysteme ein geeignetes Instrument zur Gewinnung der für die Entscheidung im Einzelfall notwendigen Grundlagen sind.

Die **Verpflichtung zur Weitergabe von Informationen** kann sich einerseits auf ausdrückliche gesetzliche Aufträgen stützen, zum anderen könnte eine solche Verpflichtung auch auf Basis der Verpflichtung zur Leistung von Amtshilfe gemäß Art. 22 B-VG erwogen werden. Einen ausdrücklichen gesetzlichen Auftrag enthält § 102

Abs. 5 ForstG für den **Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung**, der – wie schon gezeigt – mehrfach zum „Sachverständigen“ in Sachen Naturgefahren bestellt ist und in dieser Rolle sachverständige Aussagen weiter zu geben hat²¹. Dessen ungeachtet bleibt die Entscheidung, ob Mess- und Warnsysteme zur Gewinnung der relevanten Informationen eingesetzt werden, der autonomen Entscheidung der Dienststellen überlassen, die sich im Rahmen der Entscheidungsfindung von Effizienz-, Zweckmäßigkeits- und Sparsamkeitsüberlegungen leiten lassen müssen.

Die verfassungsgesetzlich verankerte Pflicht zur Leistung von **Amtshilfe** ist für eine Informationsübermittlung m.E. deswegen keine taugliche Grundlage, weil Amtshilfe begriffsnotwendig und regelmäßig nur eine Hilfe auf Ersuchen im Einzelfall ist. Ein dauerhafter Informationsfluss zwischen bestimmten Einrichtungen ist damit hingegen nicht erfasst²².

Eine Verpflichtung zur Weitergabe von Informationen über die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß von Naturgefahren auch auf der Grundlage der von Warn- und Messsystemen gewonnenen Daten könnte sich zuletzt noch aus der in den Katastrophenhilfegesetzen der Länder generell vorgesehenen **„Jedermannsverpflichtung“ zur Meldung** der Gefahr oder des Eintrittes einer Katastrophe ergeben²³. Diese Verpflichtung gilt auch für die Bediensteten der Dienststellen des Forsttechnischen Dienstes der WLW. Freilich handelt es sich dabei nicht um den wohl wünschenswerten institutionalisierten Informationsfluss.

²⁰ So z.B. in den Bundesländern Burgenland, Oberösterreich, Steiermark, Tirol und Vorarlberg.

²¹ *Erinnert sei an die Gefahrenzonenplanung, die Mitwirkung bei der Erlassung von Einzugsgebietsverordnungen, bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen nach den §§ 100 und 101 ForstG sowie im Rahmen der behördlichen Sachverständigentätigkeit.*

²² Näheres dazu bei Wiederin, Art. 22 Rz 13ff.

E. Möglichkeiten der Kooperation

Ausgehend davon, dass der Betrieb von Warn- und Messsystemen für verschiedene Entscheidungsträger von Nutzen ist, stellt sich die Frage, auf welche (rechtliche) Grundlage eine Kooperation zwischen den beteiligten Einrichtungen gestellt werden könnte. Gegenstand einer derartigen Kooperation könnte einerseits die Frage der Informationsweitergabe, andererseits aber auch die Frage des gemeinsamen Betriebes solcher Anlagen und deren Finanzierung sein. In Betracht kommen m.E. drei Varianten:

Zum einen ist eine Kooperation auf **informaler Basis** möglich. Solcherart informelle Strukturen können bei entsprechender Kooperationsbereitschaft der beteiligten Personen gut funktionieren. Ihr Nachteil besteht aber darin, dass bei Fehlen der angesprochenen Bereitschaft zur Zusammenarbeit diese eben scheitern muss und zudem bei informaler Koordination die Verantwortlichkeitsstrukturen unklar sein können²⁴.

Eine zweite Möglichkeit würde darin bestehen, dass zwischen den Rechtsträgern (die hinter den „beteiligten Akteuren“ stehen) **Verträge gemäß Art. 15a B-VG** geschlossen werden. Derartige Verträge können zwischen dem Bund und den Ländern sowie den Ländern untereinander über Angelegenheiten ihres jeweiligen Wirkungsbereiches abgeschlossen werden. Und es ist gerade der „abstrakte“ Zweck einer Vereinbarung nach Art. 15a B-VG, ein Instrument zu bieten, mit dem die durch die Verteilung der Kompetenzen im Bundesstaat gezogenen Grenzen überwunden werden können und eine Kooperation über diese Kompetenzgrenzen hinweg ermöglicht werden soll. Da im Falle eines Elementarereignisses mehrere Kompetenzträger betroffen sind, und – wie im gegebenen Zusammenhang von Relevanz – ein Informationsfluss zwischen den Behörden eine wesentliche Voraussetzung erfolgreicher Kri-

senbewältigung sein kann, dürfte ein geradezu typischer Anwendungsfall einer Art.-15a-B-VG-Vereinbarung vorliegen²⁵. Durch eine Art.-15a-Vereinbarung, die zwischen dem Bund als dem „hinter“ den Dienststellen des Forsttechnischen Dienstes der WLW stehenden Rechtsträger und den Ländern, als die für die Katastrophenbewältigung zuständigen Rechtsträger abzuschließen wäre, könnte sichergestellt werden, dass die durch den Einsatz von Warn- und Messsystemen gewonnenen Informationen an die für die Anordnung von notwendigen Abwehrmaßnahmen zuständige Einsatzleitung zu übermitteln sind. Der Grad der Verpflichtung – Weiterleitung von Messergebnissen oder auch sachverständige Auswertung im Sinne einer Gefährdungsprognose – ist durch die Vereinbarung zu präzisieren. Fraglich ist, ob durch eine solche Vereinbarung der gemeinsame Betrieb von Warn- und Messsystemen vorgesehen und deren Finanzierung geregelt werden kann. Nach umstrittener, aber m.E. überwiegender Auffassung können auch Angelegenheiten der Privatwirtschaftsverwaltung Gegenstand einer Vereinbarung nach Art. 15a B-VG sein²⁶. Insbesondere vertritt auch der VfGH diese Auffassung, sofern – was im gegebenen Zusammenhang unstreitig angenommen werden kann – damit öffentliche Zwecke verfolgt werden²⁷. Die Errichtung und der gemeinsame Betrieb könnten also sehr wohl Gegenstand einer Vereinbarung nach Art. 15a B-VG sein. „Vorsichtiger“ zu beurteilen ist die Frage, ob auch die **Finanzierung** solcher Vorhaben mittels Art.-15a-Vereinbarung geregelt werden kann. Zahlreiche staatsrechtliche Vereinbarungen – wie beispielsweise auch die Vereinbarung über die Aufteilung und Verwendung der nach § 4 Z 2 des Katastrophenfondsgesetzes 1986, BGBl

²³ So § 22 Abs. 1 bglld Katastrophenhilfegesetz; § 9 Abs. 1 stmk Katastrophenschutzgesetz; § 19 Abs. 1 Sbg Katastrophenhilfegesetz.

²⁴ Vgl. Bußjäger, Katastrophenprävention 64.

²⁵ Vgl. Bußjäger, Katastrophenprävention 63.

²⁶ Vgl. dazu die Nachweise bei Thienel, Art. 15a, Rz 25ff.

²⁷ VfSlg 14.945/1997; kritisch zu dieser Einschränkung auf öffentliche Zwecke Thienel, Art. 15a, Rz 27.

1986/396, zur Verfügung stehenden Mittel für ein Warn- und Alarmsystem sowie die Einräumung wechselseitiger Benützungrechte an den Anlagen dieses Systems – tun dies. Entscheidungen der Höchstgerichte der jüngeren Vergangenheit und auch das BVG Gemeindebund weisen aber in die Richtung, dass eine vom Grundsatz der Konnexität²⁸ abweichende Kostentragung durch staatsrechtliche Vereinbarung nur aufgrund ausdrücklicher verfassungsgesetzlicher Ermächtigung zulässig ist²⁹. Eine – wie zu betonen ist – „abweichende“ Kostentragung, kann daher durch eine Art.-15a-Vereinbarung nicht getroffen werden. Eine solche Vereinbarung könnte daher nur die Verpflichtung zum Erlass entsprechender rechtlicher Grundlagen für eine abweichende Kostentragung vorsehen³⁰. Es müsste aber m.E. zulässig sein, durch eine solche Vereinbarung die Tragung der Kosten für die Errichtung und den Betrieb der Mess- und Warnsysteme auf die beteiligten Gebietskörperschaften so aufzuteilen, wie es dem daraus gezogenen Nutzen entspricht, weil damit nur der ohnedies in § 2 F-VG vorgesehene Grundsatz der Konnexität – „Kostentragung für eigene Aufgaben“ – konkretisiert wird.

Zur Frage der **Durchsetzbarkeit einer Vereinbarung** nach Art. 15a B-VG ist festzuhalten, dass es dazu „lediglich“ eine Feststellungskompetenz des Verfassungsgerichtshofes gibt. Der VfGH ist berufen, zum einen darüber zu entscheiden, ob eine Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG vorliegt und zum anderen **festzustellen**, ob die Verpflichtungen aus dieser Vereinbarung eingehalten wurden (Art. 138a B-VG). Eine Durchsetzung der wechselseitigen Verpflichtungen aus einer solchen Vereinbarung ist nicht vorgesehen.

Eine dritte Möglichkeit, den Informationsfluss zwischen den beteiligten Einrichtungen zu regeln, wäre der Abschluss eines „**zivilrechtlichen**“ Vertrages. Bund und Länder sind auch „Träger von Privatrechten“ (Art. 17 B-VG) und

in dieser Eigenschaft ermächtigt, durch privatrechtliches Rechtsgeschäft Rechte und Pflichten zu begründen. Und Gegenstand eines solchen Vertrages könnte wiederum die Verpflichtung zur Information und sachverständigen Aussage über die Gefährdungssituation sein, ebenso wie die Verpflichtung zur gemeinsamen Errichtung und zum gemeinsamen Betrieb derartiger Anlagen einschließlich deren Finanzierung, sofern damit keine abweichende Kostentragung vorgesehen wird. Der Vorteil einer solcherart auf der Grundlage des Privatrechts abgeschlossenen Vereinbarung läge in der Durchsetzbarkeit.

III. Finanzierung

Hinsichtlich der Kostentragung ist von Folgendem auszugehen: Grundsätzlich gilt das **Prinzip der Konnexität**; d.h. dass jede Gebietskörperschaft den Aufwand zu tragen hat, der sich aus der Besorgung ihrer Aufgaben ergibt (§ 2 Finanz-Verfassungsgesetz). Angeknüpft wird dabei an die Kompetenz zur Vollziehung. Kosten, die daher durch den Betrieb von Warn- und Messsystemen durch die Dienststellen des Forsttechnischen Dienstes entstehen, sind vom Bund zu tragen³¹. Werden derartige Systeme von den Ländern oder Gemeinden zur Besorgung der ihnen durch Gesetz übertragenen Aufgaben der Gefahrenvorsorge oder Gefahrenbekämpfung betrieben, so sind die Kosten von den Ländern bzw. den Gemeinden zu bestreiten.

Geht man nunmehr davon aus, dass die Nutznießer solcher Warn- und Messsysteme verschiedene Entscheidungsträger sein können, so stellt sich die Frage der Regelung einer allfälligen Kostenbeteiligung. Zu denken ist an die schon

²⁸ Gemäß § 2 F-VG hat jede Gebietskörperschaft jenen Aufwand zu tragen, der sich aus der Besorgung ihrer Aufgaben ergibt.

²⁹ Vgl. Thienel, Art. 15a, Rz 35ff.

³⁰ Thienel, Art. 15a, Rz 38.

³¹ Es handelt sich um die Vollziehung einer Bundesmaterie durch eigene Dienststellen.

vorhin erwähnten Modelle einer Art.-15a-B-VG-Vereinbarung oder einer (zivilrechtlichen) Vereinbarung zwischen den Kompetenzträgern Bund und Ländern³².

IV. Anlagenrechtliche Fragen

Je nach Beschaffenheit dieser Systeme einerseits sowie dem „Standort“ andererseits kommen Bewilligungspflichten nach verschiedenen Gesetzen in Betracht. Zu denken ist z.B. an eine Genehmigungspflicht nach dem Wasserrechtsgesetz (WRG). Vorrangig in Betracht zu ziehen ist wohl § 38 WRG, der bestimmte **Vorhaben an den Ufern und im Hochwasserabflussgebiet** einer Bewilligungspflicht unterwirft. Als Hochwasserabflussgebiet gilt dabei jenes Gebiet, das bei 30-jährlichen Hochwässern überflutet wird. Schutzzweck dieser Bewilligungspflicht ist die Sicherung eines möglichst ungehinderten Hochwasserablaufes und damit die Verhinderung von zusätzlichen Hochwassergefahren und -schäden. In Betracht kommen könnte auch eine Bewilligungspflicht nach § 32 WRG, dann nämlich, wenn mit der Anlage typischerweise eine Beeinträchtigung der Wasserqualität (z.B. auch Erwärmung) verbunden ist.

Des Weiteren könnte sich eine Bewilligungspflicht aus den **Naturschutzgesetzen** der Länder ergeben, die insbesondere für „besonders schutzbedürftige Räume“ (Naturschutzgebiete, Feuchtgebiete, Landschaftsschutzgebiete) auch Bewilligungspflichten für Anlagen vorsehen können³³. Nicht zuletzt ist auch an eine Genehmigungspflicht nach den **Bauordnungen** der Länder zu denken, die generell „bauliche Vorhaben“ einer Bewilligungspflicht unterwerfen. Konkretere Aussagen zu diesen Genehmigungspflichten erfordern einerseits die genauere Kenntnis der Mesanlagen und -bauten, andererseits sind „naturgemäß“ die Genehmigungsvoraussetzungen nach den verschiedenen Gesetzen unterschiedlich und

stark ausdifferenziert, sodass konkretere Aussagen auch nur im konkreten Fall möglich sind.

V. Vertragsrechtliche Fragen

Ein Vertrag über die Errichtung eines Warn- und Messsystems wird grundsätzlich als **Werkvertrag** zu qualifizieren sein. Durch einen Werkvertrag verpflichtet sich ein Werkunternehmer zur Herstellung eines Werkes, das den Umständen und Vorstellungen sowie den Bedürfnissen und Wünschen des Werbestedlers entspricht³⁴. Das ist insbesondere bei diesen Systemen der Fall, zumal diese an die spezifischen örtlichen Gegebenheiten angepasst werden müssen (Gefährdungssituation, Geologie, Vegetation u.a.). Charakteristisch für den Werkvertrag ist, dass der Werkunternehmer einen bestimmten Erfolg, d.h. ein bestimmtes Ergebnis, schuldet. Für diesen Erfolg hat er in weiterer Folge auch einzustehen, d.h. es treffen ihn unter näher bezeichneten Voraussetzungen auch Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüche. Gerade für die weitere Beurteilung von gewährleistungs- und schadenersatzrechtlichen Ansprüchen ist die exakte Beschreibung der vertraglich geschuldeten Leistung von besonderer Bedeutung. Dabei ist es grundsätzlich Aufgabe des Werkbestellers, die Anforderungen, die von derartigen Systemen erfüllt werden sollen, zu definieren. Dessen ungeachtet darf aber beim Besteller keine Sachkunde vorausgesetzt werden; d.h. weder sind technische Vorgaben oder Methoden von ihm zu formulieren, noch ist es ihm zuzumuten, das Realisierungskonzept auf seine Tauglichkeit hin zu beurteilen³⁵. Für den Werkunternehmer besteht auf der anderen Seite

³² Als „Vorbild“ sei die *Staatsrechtliche Vereinbarung über die Aufteilung und Verwendung der nach § 4 Z 2 des Katastrophenfondsgesetzes 1986, BGBl 1986/396, zur Verfügung stehenden Mittel für ein Warn- und Alarmsystem sowie die Einräumung wechselseitiger Benützungrechte an den Anlagen dieses Systems*“ genannt, BGBl 1988/87.

³³ z.B. §§ 23f Kärntner Naturschutzgesetz 2002, LGBl 2002/79 idF LGBl 2005/103.

³⁴ Koziol/Welser, Band II12, 242ff; Rebhahn, § 1165 Rz 2 und § 1166 Rz 3.

³⁵ Vgl. Staudacher, *Informatikrecht* 96f.

die Pflicht, den Besteller über die Möglichkeiten und Risiken des in Aussicht genommenen Werkes **aufzuklären** und vor Gefahren zu **warnen**³⁶. Kann beispielsweise keine vernünftige Warnzeit verwirklicht werden, weil der Zeitraum zwischen Alarm und dem Eintreffen des Schadensereignisses so kurz ist, dass Maßnahmen zur Schadensvermeidung oder -verminderung nicht getroffen werden können, so müsste von der Errichtung des Werkes abgeraten werden. Aufklären müsste der Unternehmer auch darüber, dass er die für die Durchführung des Werkes erforderlichen Fähigkeiten und Erfahrungen nicht besitzt. Werden derartige Aufklärungs- und Warnpflichten durch den Werkunternehmer schuldhaft verletzt, so wird er schadenersatzpflichtig.

VI. Gewährleistung

Gewährleistung bedeutet – grob gesprochen – dass der Lieferant eines Mess- und Warnsystems verschuldensunabhängig für jene Eigenschaften einstehen muss, die er vertraglich zugesichert hat. Ist ein Warnsystem mangelhaft (verfügt es z.B. nicht über die vereinbarte Leistungsfähigkeit), so muss der Lieferant dafür Gewähr leisten. Für die Frage der Gewährleistung ist daher – wie schon erwähnt – eine exakte Leistungsbeschreibung im Vertrag von größter Bedeutung.

Gewährleistungsansprüche kommen erst ab der **Übernahme** der Anlage durch den Werkbesteller in Betracht. Für die Übernahme des Systems könnte – sofern es das System selbst zulässt – die Vereinbarung von **Abnahmeverfahren** sinnvoll sein, um die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der Anlage feststellen zu können. Erst nach deren erfolgreicher Absolvierung und der Abnahmeerklärung kommen dann Gewährleistungsansprüche in Betracht, weil erst damit die Übergabe stattgefunden hat.

Gewähr zu leisten ist für „**Mängel**“; damit

sind die schon beschriebenen Abweichungen des Geleisteten vom Vereinbarten gemeint. Das Feststellen eines Mangels könnte insofern problematisch sein, als auch hier das aus dem Softwarebereich bekannte Argument gültig sein könnte, dass solche Systeme nach derzeitigem Stand der Technik nicht fehlerfrei sein können, und dass bei solchen Prototypen das Feststellen der „gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften“, zumal es solche ja noch nicht gibt, nicht möglich ist. Dessen ungeachtet ist es – meiner Meinung nach – möglich, Mängel festzustellen. So wird man beispielsweise jedenfalls davon ausgehen können, dass eine derartige Anlage authentische Messergebnisse liefern und dass sie auch extremen Witterungsverhältnissen standhalten können muss. Wie im angesprochenen Bereich der Computersoftware sollte es auch hier den Sachverständigen möglich sein, Fehlerquoten bezüglich Messgenauigkeiten, Ausfälle oder Fehlalarme festzulegen, die als nicht vermeidbare hinzunehmen sind, bei deren Überschreiten aber ein Mangel anzunehmen ist.

Gewährleistungsansprüche sind bei beweglichen Sachen innerhalb von zwei Jahren geltend zu machen, wobei ein Erkennen des Mangels in den ersten sechs Monaten für den Erwerber insofern von Vorteil ist, als in diesem Zeitraum vermutet wird, dass der zur Geltendmachung von Gewährleistungsansprüchen berechtigende Mangel bereits im Zeitpunkt der Übergabe vorhanden war. Wird der Mangel erst nach sechs Monaten bekannt, so muss diesen Umstand der Erwerber beweisen. Die Frist beginnt mit der Übergabe (hier: Abnahmeerklärung) zu laufen. Werden diese Anlagen mit dem Grund und Boden verbunden – was der Regelfall sein dürfte –, so beträgt die **Gewährleistungsfrist** drei Jahre. Gewährleistungsansprüche können vertraglich gegenüber Verbrauchern nicht ausgeschlossen werden. Da die im Regelfall beschaffenden Gebietskörperschaften aber

³⁶ *Rebhahn*, § 1165 Rz 40.

als Unternehmer i.S. des Konsumentenschutzgesetzes gelten, kommt hier eine vertragliche Abänderung der gesetzlich vorgesehenen Gewährleistungsansprüche in Betracht (z.B. Verlängerung oder Verkürzung der Gewährleistungsfrist). Dabei ist klärungsbedürftig, ob ein gänzlicher **Ausschluss der Gewährleistungsansprüche** zulässig ist, zumal der gänzliche Ausschluss von Gewährleistungsansprüchen bei fabriksneuen Waren als sittenwidrig angesehen wird. Freilich ist hier auch zu bedenken, dass diese Warnsysteme im Regelfall speziell designte Anlagen sind und sich diesbezüglich ein „Stand der Technik“ „erst etablieren muss“. Das würde dafür sprechen, dass ein gänzlicher Gewährleistungsausschluss möglich ist.

Tritt ein Mangel auf, so ist dem Lieferanten zunächst Gelegenheit zur **Verbesserung** (Reparatur) zu geben. Voraussetzung ist, dass die Verbesserung mit wirtschaftlich vernünftigen Mitteln möglich ist. Grundsätzlich wird davon auszugehen sein, dass die Verbesserung für jemanden, der die Herstellung einer Anlage mit bestimmten Eigenschaften zusagt, auch wirtschaftlich zumutbar ist. Misslingt die Verbesserung oder wird sie vom Lieferanten nicht innerhalb einer angemessenen Frist geleistet, so berechtigt dies zur Preisminderung, oder, sofern der Mangel nicht geringfügig ist, zur „Wandlung“, d.h. zum Rücktritt vom Vertrag. Diesfalls wären die wechselseitig erbrachten Leistungen zurückzustellen.

VII. Schadenersatz

Die Frage der **Haftung** stellt sich mehrfach: Zunächst stellt sich die Frage der Haftung des Lieferanten eines Warnsystems, wenn durch die Mangelhaftigkeit des Gerätes Personen oder sonstige Güter geschädigt werden, etwa weil durch einen Defekt jene Informationen, die z.B. eine Evakuierung erforderlich gemacht hätten, nicht „geliefert“ wurden. Zu denken ist dabei zunächst an

das **Produkthaftungsgesetz**. Dieses normiert eine **verschuldensunabhängige Haftung des Herstellers** für die genannten Folgeschäden, wenn diese durch einen Fehler „seines“ Produktes verursacht wurden. Zu prüfen ist nur, ob das System einen „Fehler“ i.S. des Produkthaftungsgesetzes aufweist. Ein Fehler i.S. des PHG (§ 5) liegt vor, wenn das Produkt den berechtigten Sicherheits-erwartungen nicht entspricht. Diese „berechtigten Erwartungen“ könnten in Bezug auf diese Systeme, für die, weil sie vielfach erst Prototypen sind, noch gar keine Sicherheits-erwartungen bestehen, „unsicher“ sein. Eine Haftung nach dem PHG wird daher aus diesem Grund eher nicht in Betracht kommen. Die Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz könnte zudem ausgeschlossen sein durch den Nachweis, dass die Eigenschaften des Produktes nach dem Stand der Wissenschaft und Technik zu dem Zeitpunkt, zu dem es der in Anspruch Genommene in den Verkehr gebracht hat, nicht als Fehler erkannt werden konnten (§ 8 Z 2 PHG). Dieser Ausschlussgrund könnte wiederum gerade im Hinblick auf den „Prototypcharakter“ dieser Anlagen Bedeutung erlangen.

In Betracht kommt des Weiteren eine Haftung des Herstellers nach dem ABGB (§§ 1295ff). Dabei ist zunächst an eine **Haftung wegen Vertragsverletzung** zu denken. Der Werkunternehmer wird bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen schadenersatzpflichtig, wenn durch die Mangelhaftigkeit der Anlage (z.B. nicht rechtzeitige Alarmierung) Folgeschäden (Personen- oder Sachschäden) eintreten. Voraussetzung dieser Haftung ist zunächst die **Kausalität**; d.h. der Mangel der Anlage muss für den eingetretenen Schaden auch ursächlich sein. So stellt sich im Falle eines ausgebliebenen Alarms beispielsweise die Frage, welche Schäden bei rechtzeitiger Alarmierung verhindert hätten werden können (z.B. durch Evakuierungen oder Straßensperren hätten bestimmte Personen- oder Sachschäden vermieden wer-

den können). Des Weiteren ist ein Verhalten nur dann haftungsbegründend, wenn es **rechtswidrig** ist. Und ein Verhalten gilt dann als rechtswidrig, wenn vertragliche Verpflichtungen objektiv sorgfaltswidrig verletzt werden. In diesem Zusammenhang ist neuerlich von Bedeutung, dass die Fehlerfreiheit solcher Anlagen nicht realisiert werden kann. Für die Frage der Rechtswidrigkeit ist daher entscheidend, ob sich Ausfälle oder Fehlalarme im Rahmen der festgelegten Fehlerquoten halten. Nicht zuletzt ist eine Voraussetzung der Haftung das **Verschulden**, d.h. der Vorwurf, dass sich der Lieferant nicht so verhalten hat, wie er hätte können und sollen. Dabei genügt eine leichte Fahrlässigkeit, d.h. das Unterlaufen eines Fehlers, der gelegentlich auch einem sorgfältigen Menschen passieren kann. Im gegebenen Zusammenhang ist der auf **Sachverständige** anzuwendende erhöhte Sorgfaltsmaßstab gemäß § 1299 ABGB zu beachten. Sachverständiger im Sinne dieser Bestimmung ist jeder, der einer qualifizierten Tätigkeit nachgeht, d.h. auch derjenige, der solche Systeme erstellt. Ein Sachverständiger hat für die typischen Fähigkeiten und den Leistungsstandard seines Berufsstandes einzustehen. Demnach ist der Verschuldensmaßstab in Bezug auf Sachverständige ein objektiver und erhöhter. Da es sich um eine Haftung aus Vertrag handelt, gilt in Bezug auf das Verschulden die **Beweislastumkehr**. Es müsste also der Lieferant beweisen, dass ihn an dieser Vertragsverletzung kein Verschulden trifft.

Fraglich ist, ob diese Haftung wegen einer Vertragsverletzung auch Dritten „zugute kommen“ kann, also z.B. den verletzten Personen oder den Eigentümern von geschädigten Objekten, die diesen Schaden erlitten haben, weil – was im Zuge der Kausalitätsprüfung festgestellt werden müsste – das System mangelhaft war. Dies könnte mit der Konstruktion des **„Vertrages mit Schutzwirkung zugunsten Dritter“** bejaht werden. Der Vorteil aus der Sicht der Geschädigten läge darin,

dass, zumal es sich abermals um eine Haftung aus Vertrag handelt, die Beweislastumkehr in Bezug auf das Verschulden gilt.

Schadenersatzansprüche müssen innerhalb von **drei Jahren ab Kenntnis des Schadens und des Schädigers** geltend gemacht werden. Ein vertraglicher Haftungsausschluss wird grundsätzlich nur für leichte Fahrlässigkeit als zulässig angesehen.

Eine Haftungsfrage stellt sich dann noch in Bezug auf jene Personen, die als „Sachverständige“ für die für die Katastrophenbekämpfung zuständigen Länder die von den Mess- und Warnsystemen gelieferten Informationen falsch auswerten, daher einen an sich notwendigen Alarm unterlassen und ein für einen Schadenseintritt ursächliches Verhalten setzen. Auch hier ist zunächst zu betonen, dass neben dem Schaden, der Kausalität des Verhaltens für den Schadenseintritt und der Rechtswidrigkeit wiederum ein Verschulden Haftungsvoraussetzung ist, also ein subjektiver Mangel in der Sphäre des „Schädigers“, dem man vorwerfen können muss, dass er nicht so sorgfältig gehandelt hat, wie er hätte können und sollen. Da es sich bei Maßnahmen der Katastrophenbekämpfung um überwiegend hoheitliche Maßnahmen handelt, und diese Informationsauswertung auf der Grundlage der von den Mess- und Warnsystemen gelieferten Daten der „Vorbereitung“ dieser Hoheitsakte dient (man spricht von **schlicht-hoheitlichem Handeln**) ist das **Amtshaftungsgesetz** anzuwenden. Es haftet daher gegenüber dem Geschädigten das Land, als der „hinter“ dem Schädiger stehende Rechtsträger, dessen Verhalten ihm zuzurechnen ist. Das Land seinerseits kann sich beim Schädiger regressieren, wobei hier für den Schädiger insofern „Erleichterungen“ bestehen, als abhängig vom Verschuldensgrad dieser Regressanspruch gemindert werden kann oder bei entschuldbarer Fehlleistung sogar gänzlich entfällt.

VIII. Vergaberecht

Werden Mess- und Warnsysteme von einem öffentlichen Auftraggeber i.S. des Vergabegesetzes beschafft, was der Regelfall sein dürfte, so sind hinsichtlich des Beschaffungsvorganges die Vorgaben des BVerG 2006 zu beachten. Da diese Warnsysteme nicht „serienmäßig“ hergestellt werden dürften, sondern auf den Einzelfall angepasst werden müssen, kommen die für **geistige Leistungen** (§ 2 Z 18 BVerG 2006) vorgesehenen „Erleichterungen“ des BVerG in Betracht (§ 30 Abs. 1 Z. 3 BVerG). Zu denken ist aber auch an jene Vorschrift, die ein Verhandlungsverfahren für den Fall zulässt, dass nur ein Anbieter für die Leistungserbringung in Frage kommt (§ 30 Abs. 2 Z. 2 BVerG 2006) oder – im Unterschwellenbereich – wenn die Durchführung eines Wettbewerbes wirtschaftlich unvernünftig wäre (§ 38 Abs. 3 BVerG 2006).

IX. Schlussbemerkung

Errichtung und Betrieb von Mess- und Warnsystemen werfen eine Fülle von Rechtsfragen auf – ein Ausschnitt derselben sollte mit den vorangehenden Ausführungen angesprochen werden. Als Problembereich „geortet“ wurde zunächst die Frage der Kooperation jener Behörden und Dienststellen, für die die Informationsgewinnung durch Mess- und Warnsysteme eine Grundlage ihrer Entscheidungsfindung ist. Diesbezüglich ist insbesondere an eine Vereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Art. 15a B-VG zu denken. Aus privatrechtlicher Sicht bedeutsame Fragen sind insbesondere jene der präzisen Leistungsbeschreibung, der Mangelhaftigkeit dieser Anlagen sowie diverse Fragen zur Haftung für Schäden, die durch Fehler der Anlage aber auch durch die unrichtige Auswertung der durch sie gewonnenen Informationen verursacht werden.

Literatur / References

- BERKA, W.(1996):
Flächenwidmungspläne auf dem Prüfstand, JBl 1996, 69.
- BUBJÄGER, P. (2003):
Katastrophenprävention und Katastrophenbekämpfung im Bundesstaat.
- HATTENBERGER, D. (2006):
Naturgefahren und öffentliches Recht, in: Weber/Fuchs/Khakzadeh (Hrsg.),
Recht im Naturgefahrenmanagement (2006) 67.
- KOZIOL, H., WELSER, R. (2001):
Bürgerliches Recht, Band 2, 12. Auflage.
- KANONIER, A. (2005):
Naturgefahren und Gefährdungsbereiche in den Raumordnungsgesetzen
der Bundesländer, bbl 2005, 51.
- REBHAHN, R., KIETAIBL C. (2006):
Kommentar zu den §§ 1165ff ABGB in: Schwimann (Hrsg.), ABGB Praxis-
kommentar, 3. Auflage.
- STAUDEGGER, E. (2002):
Rechtsfragen zum Erwerb von IT-Systemen, in: Jähnel, Dietmar / Schramm,
Alfred /Staudegger, Elisabeth (Hrsg.), Informatikrecht, 2. Auflage, 79ff.
- THIENEL, R. (2001):
Kommentar zu Art. 15a B-VG, in: Korinek/Holoubek (Hrsg.), Bundesverfas-
sungsrecht – Kommentar.
- WIEDERIN, E. (2002):
Kommentar zu Art. 22 B-VG, in: Korinek/Holoubek (Hrsg.) Bundesverfas-
sungsrecht – Kommentar.

Adresse der Verfasser/

Author's adress:

Dr. Doris Hattenberger
Universität Klagenfurt
Institut für Rechtswissenschaft
Universitätsstraße 65-67, 9020 KLAGENFURT

Fachschwerpunkt Frühwarn- und Monitoringsysteme
die.wildbach- und lawinenverbauung
DI Dr. Rudolf Schmidt
Bergheimerstrasse 57, A-5020 SALZBURG

Ihr kompetenter Partner

- * Hanggitter
- * Steinkörbe
- * Bauvliese



- * Schwerlastrohre
- * großes Baustofflager

**Wir beliefern Sie prompt
und zuverlässig**

hagebau

SCHUBERTH

Baustoffe • Baumarkt

3390 Melk • Spielberger Str. 25 • Tel (02752) 506-0 Fax (02752) 506-40
3250 Wieselburg • Wiener Str. 11 • Tel (07416) 522 42 • Fax (07416) 525 08

www.schuberth.at

(06545/7333

Erdbau
LASCHALT

Bruck-Fusch

ECOCONSULT
REVITAL

ZUKUNFT GEMEINSAM GESTALTEN

DI Klaus Michor

Nussdorf 71, A-9990 Nussdorf-Debant

Tel. +43-4852-67499-0, Fax. DW 19

email: office@revital-ecoconsult.com

www.revital-ecoconsult.com



Lawinenschutzbauten aus Stahl

Schon unsere Vorfahren wurden Zeugen von Naturereignissen und seit jeher haben die Menschen versucht sich selbst und ihren Siedlungsraum durch Schutzmauern und Sperrbauten zu schützen.

Die gestiegene Mobilität der Bevölkerung und das gleichzeitig gestiegene Sicherheitsbedürfnis machen Schutzbauten mehr denn je zu einer Notwendigkeit. Stützverbauungen haben in den letzten Jahren merklich zugenommen, da sie eine permanente Schutzmaßnahme sind. Die Josef Martin GmbH aus Braz/Vorarlberg kann in der Lawi-

schneemächtigkeiten und optimalen Geländeanpassmöglichkeiten mit verschiedensten Verankerungsarten anbieten.

Modular, weil MARTIN ein montagefreundliches Baukastensystem mit längenvariablen Stützausführungen anbietet. Rationell, weil Martin die Balkenprofile aus hochwertigem Stahl der Stärken 5, 6, 8 und 10 mm selbst herstellt und dadurch kurze Lieferzeiten anbietet. Die lange Erfahrung, die hervorragende Qualität, das Lieferkonzept und der Lieferumfang der MARTIN Lawinenschutztechnik trägt zu mehr Sicherheit in den Alpen bei.

ungsgerät vor allem durch seine maximale Sicherheit: Das patentierte MARTIN Höhensicherungs- und Rettungsgerät entspricht höchsten Sicherheitswünschen und ist zudem kinderleicht zu bedienen.



Durch die jahrelange Erfahrung der Firma MARTIN konnten in der Entwicklung des HSRG auch die speziellen Rahmenbedingungen in den Einsatzgebieten optimal berücksichtigt werden: z.B. bei Wildbach- und



nenschutztechnik auf eine große Erfahrung zurückgreifen. Seit 1981 hat Martin ca. 300 km an Stahlbrücken in die Alpen geliefert.

MARTIN Lawinenschutztechnik zeichnet sich vor allem durch Qualität und Produktgüte aus. Sie ist jedoch auch: Flexibel, weil MARTIN Lawinenschutzwerke für extreme

Der perfekte Fallschutz von MARTIN bei Arbeiten an Schutzbauwerken

Das Höhensicherungs- und Rettungsgerät (HSRG) des österreichischen Unternehmens MARTIN überzeugt neben seiner Multifunktionalität und der Einsatzmöglichkeit sowohl als Fallschutz als auch als Ret-

Lawinerverbauungen sowie der Erstellung von Steinschlag-schutzbauwerken.



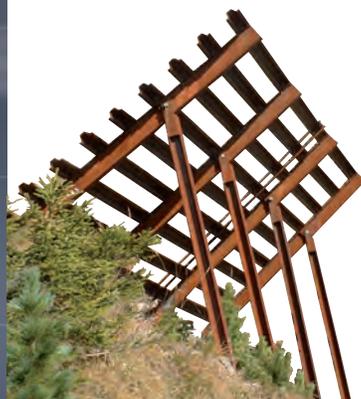


MARTIN

MARTIN Lawinenschutztechnik



Metall · Kraft · Bewegung



Lawinen- verbauung

MARTIN - der Spezialist für

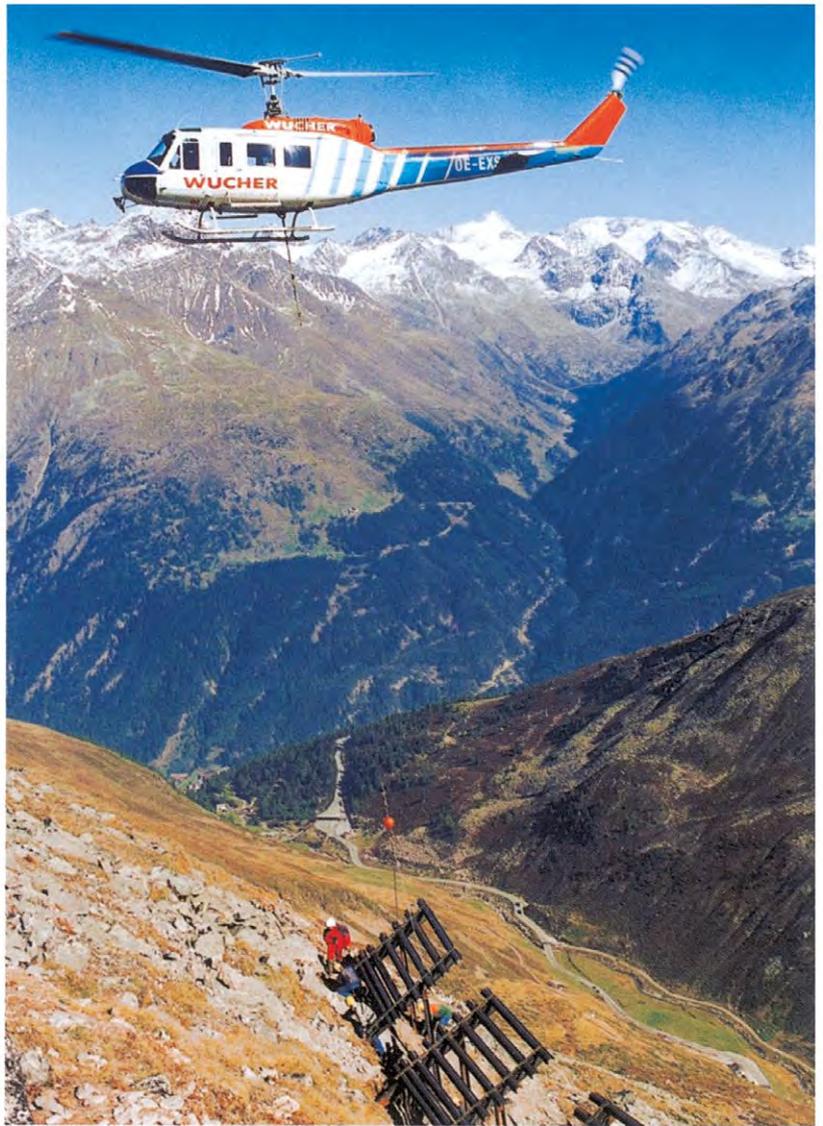
- Stahlschneebrücken
- Treibschneewände
- Felsankersysteme
- Schiwege
- Absturzsicherungen

JOSEF MARTIN GMBH
Klostertalerstraße 25
6751 Braz | Österreich
T +43 (0)5552 28888-0
F +43 (0)5552 28888-24
sales@martin.at
www.martin.at

Inserentenverzeichnis

Firma	Inserat Seite
Alzner-Meva	6
Atlas Copco GmbH	207
BlueChip	107
Compair	10
Eisen Wagner	29
Geobruigg Austria GmbH	92/93
Geoexpert	201
Gunz ZT GmbH	189
Hagebau Schubert	267
Haider Transportunternehmen	217
Henzinger ZT	207
i.n.n.	207
Keil Erdbau	189
Klenkhart ZT	8
Knaus Helikopter	4
Krismer	55
Erdbau Laschalt	267
Mair Wilfried GmbH	55
Martin	268/269
Maschinenring	237
Moser-Jaritz ZT	229
Perzplan ZT	253
Revital Ecoconsult	267

Röfix AG	229
Schretter & Cie	107
Schwarzenberger	91
Sommer-Messtechnik	119
Stahlhandel Carl Steiner	137
Stöckl & Wallner	137
HTB	137
Tiwald ZT	217
Trumer Schutzbauten GmbH	165
Wucher	U4



Der Profi in Sachen Lawinenverbauung

Helicoptereinsätze erfordern höchste
Präzision und Professionalität ...
Besonders wenn es um Lawinen-
verbauungen geht.

Wucher Helicopter GmbH & Co KG,
Hans-Wucher-Platz 1, A-6713 Ludesch
Tel. (0 55 50) 38 80-0, Fax -306
helicopter@wucher.at, www.wucher.at

 **WUCHER**
Helicopter
... für ein schönes Leben