



IHR

Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken

METHODISCHER ENDBERICHT

IHR **Informationssystem zu hydrogeologischen** **Risiken**

Methodischer Endbericht

Herausgeber: Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Abteilung Wasserschutzbauten

Projektverantwortlicher: Hanspeter Staffler

Redaktion: Andreas Zischg, Evelyn Scherer

Bozen, Jänner 2008

Impressum



Übersetzung

Marco Molon, Bozen

Grafiken und Karten

Landesabteilung Wasserschutzbauten
Amt für Geologie und Baustoffprüfung
Andreas Zischg
Geowissenschaftliches Büro geo7, Bern
Hydrologis, Bozen

Grafik

Freigeist, Bozen

Druck und Bindung

Fotolito Longo, Bozen

Bozen, Februar 2008

Alle Rechte vorbehalten
Nachdruck und Wiedergabe nur mit
Genehmigung des Herausgebers
Gedruckt auf Naturpapier

Projektpartner

Schweiz

Amt für Wald Graubünden

Österreich

Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Tirol

Die Projekte und diese Publikation wurden mit Mitteln des europäischen Fonds für Regionalentwicklung im Rahmen des Programms INTERREG IIIA kofinanziert.

Diesen methodischen Endbericht erhalten Sie kostenlos bei der Abteilung Wasserschutzbauten oder als Download unter www.provinz.bz.it/wasserschutzbauten.

Kontakt

Autonome Provinz Bozen – Südtirol
Landesabteilung Wasserschutzbauten
Cesare-Battisti-Straße 23
I-39100 Bozen
Tel.: +39 0471 414550
Fax: +39 0471 414599
E-Mail: wasserschutzbauten@provinz.bz.it
www.provinz.bz.it/wasserschutzbauten

Inhalt

Impressum	4
Inhalt	5
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	11
Vorwort	12
Zusammenfassung	13
Summary	13
Sintesi	13
1 Einführung	14
1.1 Projektidee	14
1.2 Projektstruktur	14
1.3 Ziele der Projekte	16
1.4 Umsetzung	17
2 Gefahrenbeurteilung auf regionaler Maßstabsebene	19
2.1 Methodenevaluation und Methodenwahl	21
2.1.1 Einführung.....	21
2.1.2 Betrachtete Methoden	21
2.1.3 Zeit und Kostenaufwand der vorgestellten Methoden	24
2.1.4 Evaluation der Methoden im Hinblick auf die Ziele von IHR	24
2.2 Ereignisdokumentation an der Abteilung Wasserschutzbauten (ED30)	27
2.2.1 Einführung.....	27
2.2.2 Methode.....	28
2.2.3 Ergebnisse	29
2.2.4 Schlussfolgerungen und Diskussion.....	30
2.3 Gefahrenhinweiskarte Wildbäche – Prozesse Murgang und Übersarung	31
2.3.1 Einführung.....	31
2.3.2 Methode.....	31
2.3.3 Ergebnisse	40
2.3.4 Schlussfolgerungen und Diskussion.....	41
2.4 Gefahrenhinweiskarte Talflüsse – Prozess Überschwemmung	42
2.4.1 Einführung.....	42
2.4.2 Methode.....	43
2.4.3 Ergebnisse	61
2.4.4 Schlussfolgerungen und Diskussion.....	62
2.5 Gefahrenhinweiskarte Sturzprozesse	63
2.5.1 Einführung.....	63
2.5.2 Methode.....	64
2.5.3 Ergebnisse	68

2.5.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	68
2.6	Gefahrenhinweiskarte Schwemmholz-Wildholz.....	70
2.6.1	Einführung.....	70
2.6.2	Methode.....	71
2.6.3	Ergebnisse	78
2.6.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	78
3	Risikoanalyse auf regionaler Maßstabsebene	79
3.1	Schadenpotenzial-Hinweiskarte	82
3.1.1	Einführung.....	82
3.1.2	Methode.....	83
3.1.3	Ergebnisse	85
3.1.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	86
3.2	Priorisierung des Handlungsbedarfs bei der Sicherung des Lebensraums vor Murgang- und Übersarungsprozessen	87
3.2.1	Einführung.....	87
3.2.2	Methode.....	87
3.2.3	Ergebnisse	90
3.2.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	94
3.3	Fallbeispiel Risikoanalyse in der regionalen Maßstabsebene	95
3.3.1	Einführung.....	95
3.3.2	Methode.....	96
3.3.3	Ergebnisse	99
3.3.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	99
4	Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken	100
4.1	Datenbanken	102
4.1.1	Ereignisdokumentation ED30 – ED30 History.....	104
4.1.2	Literaturdatenbank BIBLIO30	109
4.1.3	Informationssystem für Einzugsgebiete BASIN30.....	112
4.2	Informations- und Kommunikationsmanagement.....	115
4.2.1	Merkblatt: Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren.....	116
4.2.2	Seminar 30 / Intern 30	122
4.2.3	Hazard Browser	122
5	Plattform IHR.....	125
5.1	Einführung	125
5.2	Stellungnahmen	126
5.2.1	Stellungnahme des Amtes für Forstplanung	126
5.2.2	Stellungnahme des Hydrographischen Amtes	126
5.2.2	Stellungnahme des Amtes für Geologie	127
5.3	Diskussion und Ausblick.....	128

6	Literatur	129
	Anhang	133
	Anhang 1: Durchgeführte Workshops der Arbeitsgruppen	133
	Anhang 2: Auflistung der Projektberichte	135
	Modul I – Datenbanken	135
	Modul II – Hinweiskarten	136
	Modul III – Informationssystem	138
	Anhang 3: Informations- und Publizitätsmaßnahmen	138
	Informationsveranstaltungen	138
	Publikationen	139
	Anhang 4: Ausgabe von BASIN30	140

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Plattform IHR und die vier Interreg IIIA – Projekte.....	15
Abb. 1-2: Organisation der Plattform IHR.....	16
Abb. 1-3: Module von IHR.....	18
Abb. 2-1: Aufbau des Ereignisdokumentationssystems der Abteilung Wasserschutzbauten.....	28
Abb. 2-2: Personalorganisation für die Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten.....	29
Abb. 2-3: Gliederung der Ereignisse nach Jahr und Ereignistyp.....	29
Abb. 2-4: Verteilung der ab dem Jahr 1998 aufgenommenen Ereignisse.....	30
Abb. 2-5: Geschieberelevante Flächen.....	34
Abb. 2-6: Bedingungen für Murganganrisse im Gerinne.....	36
Abb. 2-7: Gleitreibungswert μ für kleinere und große Murgänge in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgröße.....	37
Abb. 2-8: Grenzneigung in Abhängigkeit des Ausbreitungsexponenten im „random walk“ Modell.....	38
Abb. 2-9: Ausscheidung von Ausbruchstellen für die Übersarungssimulation.....	39
Abb. 2-10: Trajektorien aus der Murgang-Simulation, Kartenausschnitt bei Partschins.....	41
Abb. 2-11: Prozessflächen aus der Übersarungssimulation, Kartenausschnitt bei Naturns.....	41
Abb. 2-12: Energiebilanz zwischen zwei Querschnitten eines Fließgewässers.....	45
Abb. 2-13: Schematische Darstellung des hydrografischen Netzes im Tal: Jeder Ast ist mittels eines Indexes, jeder Querschnitt mittels eines Wertepaars (i,j) charakterisiert.....	46
Abb. 2-14: Automatisch generierter Flussquerschnitt aus dem TIN-Geländemodell im Hec-Ras-Format (Etsch bei Goldrain, Vinschgau).....	47
Abb. 2-15: Algorithmus für die Bestimmung der Schwachstellen.....	48
Abb. 2-16: Diagramm zur Bestimmung des Strömungszustandes bei Brückenunterquerungen oder Gerinneeinengungen.....	49
Abb. 2-17: Formbeiwert der Brückenpfeiler C_a	50
Abb. 2-18: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall A (subkritische Strömung ohne Übergangsströmung).....	50
Abb. 2-19: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall B (sehr subkritische Strömung mit Übergangsströmung).....	51
Abb. 2-20: Verlustkoeffizient K_r für verschiedene Stützenarten.....	51
Abb. 2-21: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall C (superkritische Strömung ohne Übergangsströmung).....	52
Abb. 2-22: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall D (superkritische Strömung mit Übergangsströmung).....	52
Abb. 2-23: Bestimmung der Kategorie aufgrund des Diagramms, das die Unterquerung von Brücken darstellt.....	53
Abb. 2-24: Historische Dammbrechereignisse und Altarme an der Etsch. In den meisten Fällen erfolgten die Dammbüche bei abfließenden oder parallelen Altarmen, wohingegen bei einmündenden Altarmen dies seltener der Fall war.....	56
Abb. 2-25: Häufigkeitsverteilung der durch die Berechnung aller möglichen Wertekombinationen für P, C, F, S, R (108 Kombinationen) erhaltenen Ergebnisse.....	59
Abb. 2-26: Häufigkeiten der Klassen, die durch „geringe (SVW)“, „mittlere (MWW)“ und „hohe (AWW)“ Versagenswahrscheinlichkeit gekennzeichnet sind.....	59

Abb. 2-27: Schwachstellen für Überschwemmung auf den Hauptgewässern in den Talgebieten Südtirols.....	61
Abb. 2-28: Gefahrenhinweiskarte für Überschwemmungsgefahren an der Etsch im Bereich zwischen Gargazon und Terlan.....	62
Abb. 2-29: Grafische Darstellung der Methode zur Berechnung der potenziellen Sturzgebiete.....	67
Abb. 2-30: Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse, Kartenausschnitt bei Wolkenstein.....	68
Abb. 2-31: Schematische Darstellung der Typen von Schwemmholz liefernden Flächen.....	72
Abb. 2-32: Schematische Darstellung der räumlichen Abgrenzung der Typen von Schwemmholz liefernden Flächen.....	73
Abb. 2-33: Programmstruktur des Verfahrens (vereinfacht).....	76
Abb. 2-34: Schema für die Bewertung der Schwemmholzproblematik in Wildbacheinzugsgebieten.....	77
Abb. 2-35: Vorläufige Klassifikation der Wildbacheinzugsgebiete nach dem TRAI-Indikator (Indikator 1).....	78
Abb. 3-1: Datenfluss bei der Erstellung der Schadenpotenzial-Hinweiskarte aus den Bauleitplänen mit vereinheitlichter Legende und der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzungskarte.....	85
Abb. 3-2: Schadenpotenzial-Hinweiskarte, Kartenausschnitt bei Lana. Stand: September 2006.....	86
Abb. 3-3: Vorgehen bei der Auflistung der von Murgang- und Übersarungsprozessen betroffenen Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 (Siedlungsgebiete) nach der Größe der summierten Fläche.....	88
Abb. 3-4: Vorgehen bei der Auflistung der von Murgang- und Übersarungsprozessen betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde.....	89
Abb. 3-5: Von Murgang potenziell betroffene Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde.....	91
Abb. 3-6: Von Übersarung potenziell betroffene Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde.....	92
Abb. 3-7: Anzahl der potenziell von Murgang betroffenen Gebäude je Gemeinde.....	93
Abb. 3-8: Anzahl der potenziell von Übersarung betroffenen Gebäude je Gemeinde.....	94
Abb. 3-9: Zonen, die innerhalb des europäischen Programms "Ziel 2" festgelegt wurden.....	96
Abb. 3-10: Schematische Darstellung der angewandten Methode.....	96
Abb. 3-11: Gefahrenprozesse im Untersuchungsgebiet Nr.1, Obervinschgau.....	97
Abb. 3-12: Zonen mit hohem Schadenpotenzial (Schadenpotenzial-Kategorie 3) im untersuchten Gebiet Nr. 1, Obervinschgau.....	97
Abb. 3-13: Gebäudeverteilung innerhalb des untersuchten Gebiets Nr. 1, Obervinschgau.....	98
Abb. 4-1: Schema des Informationssystems zu hydrogeologischen Risiken IHR.....	100
Abb. 4-2: Schema des anfänglichen Konzepts (BAUKAT30: Kataster der Wasserschutzbauten der Abt. 30; ED30: Ereignisdokumentation der Abt. 30; IFFI: Inventario Fenomeni Franosi Italia des Amtes 11.6; BIBLIO30: Datenbank Literatur der Abt. 30).....	103
Abb. 4-3: Schema des Endkonzepts für den Zugriff zu den verschiedenen Datenbanken (BAUKAT30: Kataster der Wasserschutzbauten der Abt. 30; ED30: Ereignisdokumentation der Abt. 30; IFFI: Inventario Fenomeni Franosi Italia des Amtes 11.6; BIBLIO30: Datenbank Literatur der Abt. 30).....	104

Abb. 4-4: Einige Beispiele für geschichtliche Hinweise: Votivtafeln zum Keilbach (Ahrntal), Hochwasserstände auf einer Hausmauer in Salurn, Überschwemmungskarte der Rienz aus dem Jahre 1882.....	106
Abb. 4-5: Häufigkeit der Ereignisse nach Ereignistyp	107
Abb. 4-6: Zeitliche Verteilung der registrierten Ereignisse.....	107
Fig. 4-7: Verteilung der aufgenommenen Ereignisse auf dem Landesgebiet (schwarze Punkte - historische Erhebung ED30 History, rote Punkte - Erhebung aktueller Ereignisse ED30).	108
Abb. 4-8: Datenmodell der IHR Literaturdatenbank BIBLIO30. Stand: 17.08.2006. Quelle: Zischg (2006b)	110
Abb. 4-9: Benutzeroberfläche für die Suche in der Datenbank BIBLIO30. Stand: 17.11.2007	111
Abb. 4-10: In BASIN30 implementierte Arbeitsschritte.....	113
Abb. 4-11: Darstellung des Arbeitsumfelds mit der Hauptmaske	114
Abb. 4-12: Titelblatt des Merkblattes zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren	116
Abb. 4-13: Diese Grafik ist ein fester Bestandteil des Merkblattes und beschreibt in schematischer Form den genauen Ablauf für die Ausarbeitung und Genehmigung eines Gefahrenzonenplanes.....	118
Abb. 4-14: Tabelle der Bearbeitungstiefen, dargestellt am Beispiel der Gemeinde Neumarkt.....	119
Abb. 4-15: Schlüssel für die Ermittlung der Flächen mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe.....	119
Abb. 4-16: Beispiel für die Ereignisdokumentation einer Überschwemmung im Jahre 1960, beigelegt im Merkblatt der Gemeinde Neumarkt	121
Abb. 4-17: Auszug aus dem Bautenkataster für die Gemeinde Neumarkt (oben), Karte der Überschwemmungsflächen der Gemeinde Neumarkt (rechts).....	121
Abb. 4-18: Hazard-Browser, Gesamtübersicht.....	124
Abb. 4-19: Hazard Browser, Detailausschnitt.....	124

Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1:	Zusammenstellung der Interreg-Projekte im Rahmen der Plattform IHR	15
Tab. 1-2:	Plattform IHR - Partner in Südtirol.....	16
Tab. 2-1:	Eigenschaften von Gefahrenhinweiskarte und Gefahrenkarte. Quelle: Fuchs et al. (2001)	21
Tab. 2-2:	Bearbeitungskosten der vorgestellten Methoden. Quelle: Abteilung Wasserschutz- bauten, geo7, BUWAL, A. Zischg	24
Tab. 2-3:	Evaluation der in Betracht gezogenen Methoden	25
Tab. 2-4:	Gewichtung der geschlebeliefernden Flächen	35
Tab. 2-5:	Parameter für die Ausscheidung von Murganganrissgebieten.....	36
Tab. 2-6:	Punkteskala für die Klassifikation der Brücken.....	53
Tab. 2-7:	Punkteskala für den Verlauf von Altarmen.....	57
Tab. 2-8:	Punkteskala für das Vorkommen von Qualmtrichern.....	57
Tab. 2-9:	Punkteskala für die Form des Flussverlaufes.....	57
Tab. 2-10:	Punkteskala für die Klassifikation des Dammmzustandes.....	58
Tab. 2-11:	Punkteskala für das Vorkommen von historischen Damnbrüchen.....	58
Tab. 2-12:	Rechenbeispiele für das beschriebene Verfahren.....	58
Tab. 2-13:	Kategorien der Bodennutzung.....	65
Tab. 2-14:	Größe der Blöcke in Abhängigkeit von der Bodenbedeckung.....	66
Tab. 3-1:	Datenstruktur des digitalen Bauleitplans.....	84
Tab. 3-2:	Summe der potenziell von Murgang betroffenen Flächen der Schadenpotenzial- Kategorie 3 je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)	90
Tab. 3-3:	Summe der potenziell von Übersarung betroffenen Flächen der Schadenpotenzial- Kategorie 3 je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge).....	91
Tab. 3-4:	Anzahl der potenziell von Murgang betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)	92
Tab. 3-5:	Anzahl der potenziell von Übersarung betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)	93
Tab. 3-6:	Anzahl der durch natürliche Prozesse potenziell betroffenen Personen.....	99
Tab. 3-7:	Indikator für die Bewertung des Fortschritts in der Durchführung und Wirksamkeit der Maßnahmen zur Risikoprävention	99
Tab. 4-1:	Arten der zu übergeordneten Kategorien zusammengefassten Daten und Parameter.....	113
Tab. 5-1:	Plattform IHR - Partner in Südtirol.....	125

Vorwort

Rudolf Pollinger, Hanspeter Staffler

In Gebirgsräumen gehören Murgänge, Lawinen, Überschwemmungen, Rutschungen und Felsstürze zum natürlichen Prozessgeschehen. Die wirtschaftlichen Aktivitäten der Bevölkerung im Alpenraum waren über Jahrhunderte an Lagen gebunden, die nach Erfahrung ihrer Bewohner kaum oder nur periodisch von diesen Prozessen betroffen waren.

Diese traditionelle Siedlungs- und Nutzungsform veränderte sich seit dem 19. Jahrhundert unter dem Einfluss der Industrialisierung und dem Aufkommen des Tourismus. Im Zuge der rasanten sozioökonomischen Entwicklung einiger alpiner Räume wurde die Bedeutung technischer Schutzmaßnahmen wie Wildbach- und Lawinenverbauungen immer wichtiger. Siedlungen und Verkehrsverbindungen mussten vor gefährlichen Prozessen geschützt werden.

In den letzten Jahren setzte sich aber die Erkenntnis durch, dass ein rein baulicher Schutz vor Naturgefahren weder effektiv noch ökologisch vertretbar ist. Die Akteure im Umgang mit Naturgefahren sind heutzutage bestrebt, dem von der Alpenkonvention geforderten Prinzip des nachhaltigen Handelns gerecht zu werden. Neben der Sicherung des heutigen Lebens- und Wirtschaftsraumes müssen zukünftige Entwicklungen – sowohl durch raumplanerische Instrumente als auch durch Frühwarnsysteme – gelenkt werden.

Die knapper werdenden Mittel für Sicherungsmaßnahmen und der Wunsch nach einem nachhaltigen Umgang mit Naturgefahren machen strategische Instrumente erforderlich, die bei der Planung von Risiko mindernden Maßnahmen eine Prioritätensetzung erlauben.

In diesem Sinne konnte mit Hilfe der Gemeinschaftsinitiative Interreg IIIA das Projekt IHR (Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken) entwickelt werden, welches im vorliegenden Methodischen Endbericht vorgestellt wird. Das Projekt IHR wurde von der Überzeugung getragen, dass Informationen über Naturgefahren nach wissenschaftlichen Methoden erzeugt und landesweit verfügbar sein müssen. Nur so haben die Verantwortlichen eine objektive und damit zeitgemäße Entscheidungsgrundlage zur Hand.

Zusammenfassung

Die italienische Gesetzgebung (D.L. 180/1998, L. 267/1998) hat beispielhaft erkannt, dass für ein effektives Management des hydrogeologischen Risikos eine standardisierte Übersicht von Nöten ist. In Gesprächen mit Fachkollegen aus der Schweiz und Österreich hat sich eindeutig ergeben, dass zwar viel Detailwissen vorhanden ist, es aber noch an überregionalen Informationen vor allem für die Planung von Maßnahmen verschiedener Natur fehlt.

Aus diesem Defizit heraus wurde die gemeinsame Idee geboren, im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative Interreg IIIA-Projekte auszuarbeiten, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen. Da aber die Fachkompetenzen der verantwortlichen Behörden der drei Alpenregionen nicht identisch sind, musste jeder Partner in der Ausarbeitungsphase seinen eigenen Weg suchen.

In Südtirol hat die Abteilung Wasserschutzbauten insgesamt vier Interreg IIIA-Projekte beantragt, welche als finanzielle Säulen für das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken (IHR) fungierten. Inhaltlich war die Plattform IHR modular aufgebaut, wobei sich das Modul 1 mit Datenbanken, das Modul 2 mit Hinweiskarten und das Modul 3 mit dem eigentlichen Informationssystem befassten.

Neben der Entwicklung eines modernen Informationssystems konnte auch der Risikodialog mit ausländischen Partnern und mit anderen Landesämtern verbessert werden.

Summary

The Italian law (D.L. 180/1998, L. 267/1998) points out exemplarily that a standardised overview about hydrogeological risks is a prerequisite for an effective risk management. From many discussions with colleagues from Switzerland and Austria resulted that there exists a lack in regional overviews about the hazard situation and the hydrogeological risks. This gap was closed within the framework of the community initiative Interreg IIIA Italy-Switzerland and Italy-Austria.

The Department for Hydraulic Engineering of the Autonomous Province of Bolzano – South Tyrol applied for four Interreg IIIA-projects which served as financial support for the implementation of the Information System for Hydrogeological Risks (IHR). The platform IHR was build on three modules. The necessary databases for the assessment and the management of hydrogeological risk were implemented in module 1. The hazard index maps for flood, debris flow, overbank sedimentation and rockfall processes were made in module 2. The information system was designed and implemented in module 3.

Beside the development of a modern information system about hydrogeological hazards and risks, the projects enhanced the risk dialogue between the partner institutions in Switzerland and Austria and between other departments of the Autonomous Province of Bolzano.

Sintesi

La legislazione italiana ha riconosciuto in modo esemplare (D.L. 180/1998, L. 267/1998) l'esigenza di una cornice di inquadramento standardizzato per una gestione efficace del rischio idrogeologico. Discorrendo con i colleghi svizzeri e austriaci si è riscontrato che, a fronte di una grande quantità di nozioni di dettaglio, si rivelano lacunose le informazioni sovra regionali, in particolare quelle mirate alla progettazione dei diversi interventi.

Da questo deficit è emersa l'idea comune di sviluppare progetti nell'ambito dell'iniziativa comunitaria Interreg IIIA, che si confrontassero con la tematica. Vista la mancanza di omogeneità nelle competenze tecniche delle amministrazioni competenti nelle tre regioni alpine, durante la fase di sviluppo ogni partner ha dovuto ricercare la propria strada indipendentemente dagli altri.

In Alto Adige la Ripartizione Opere idrauliche ha proposto nel complesso quattro progetti Interreg IIIA, quali basi di finanziamento per il Sistema Informativo per i Rischi Idrogeologici (IHR). In riferimento ai contenuti la piattaforma IHR è stata costruita in forma modulare, con il modulo 1 mirato a trattare le banche dati, il modulo 2 le carte identificative ed il modulo 3 il sistema informativo vero e proprio.

Non solo è stato sviluppato un sistema informativo moderno, ma è stato anche possibile migliorare il dialogo in merito al rischio con i partner esteri e quelli degli altri uffici provinciali.

_1 Einführung

Hanspeter Staffler

Als in Italien im Jahre 1998 die gesetzliche Grundlage (D.L. 180/1998, L. 267/1998) für die Risikozonierung von Gebieten geschaffen wurde, war dies der Anstoß zu einer neuen Risikokultur: Erstmals wurde eine übersichtliche Erhebung und Darstellung der von Wassergefahren, Massenbewegungen und Lawinen betroffenen Risikozonen gefordert. Davon ausgehend bot sich die Gemeinschaftsinitiative Interreg IIIA als große Chance an, gemeinsam mit unseren Nachbarn Österreich und Schweiz einen Weg für die Schaffung einer regionalen Übersicht über die hydrogeologischen Risiken zu suchen.

Jedes Alpenland hat in den vergangenen Jahrzehnten eigene Strategien für den Umgang mit Naturgefahren entwickelt und dabei gewisse Bereiche gefördert und andere vernachlässigt. Insgesamt aber besteht heutzutage ein großer Wissensschatz an Konzepten, mit denen ein umfassendes Naturgefahrenmanagement möglich wäre. Es ist eine europäische Herausforderung, das Spezialwissen der Alpenländer zusammenzuführen, sodass gut funktionierende Beispiele über die Grenzen hinweg transferiert und vom Partner in angepasster Form übernommen werden können.

In diesem Sinne hat sich die Landesabteilung Wasserschutzbauten mit der Wildbach- und Lawinerverbauung Sektion Tirol und dem Amt für Wald Graubünden das Ziel gesetzt, moderne und integrale Strategien für den Umgang mit Naturgefahren auszuarbeiten.

_1.1 Projektidee

Alle drei Partner waren sich zu Beginn der Zusammenarbeit einig, dass sie mittlerweile über ein hohes Niveau an Fachwissen in verschiedenen technischen Bereichen verfügen, jedoch keine modernen und standardisierten Instrumente für eine übergeordnete, regionale Planung zur Hand haben. Dies wurde als eine bedeutende strategische Schwäche angesehen, welche im Zuge der Gemeinschaftsinitiative Interreg IIIA behoben werden sollte.

Das hier vorgestellte Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken (IHR) war der Südtiroler Ansatz für einen nachhaltigen Umgang mit Naturgefahren. Im Rahmen dieses Projekts wurden sehr viele Daten gesammelt und in einem Informationssystem aufbereitet. Damit wurde ein einheitliches Instrument für die Erkennung von Konflikten zwischen Naturgefahren und menschlichen Aktivitäten entwickelt.

_1.2 Projektstruktur

IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken - ist ein Überbegriff für insgesamt vier Interreg IIIA-Projekte der Landesabteilung Wasserschutzbauten. Während das Projekt Regionalplanung Naturraumpotenziale der Auslöser zur Idee von IHR war, konzentrierten sich folgende drei Projekte auf die Entwicklung und den Ausbau von IHR:

- Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken (Interreg IIIA Italien-Schweiz);

- Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale (Interreg IIIA Italien-Österreich);
- Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale Teil 2 (Interreg IIIA Italien-Österreich).

Zusätzlich standen die IHR-Projekte in enger Verbindung mit Projekten wie EGAR (Einzugsgebiete Alpiner Regionen, Interreg IIC), DIS-ALP (Disaster Information System for the Alpine Space, Interreg IIIB), IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia, nationales Inventar der Massenbewegungen) und CARG (Carta Geologica d'Italia, Nationale geologische Kartografie). Der modellhafte Aufbau von IHR ist aus Abbildung 1-1 ersichtlich.

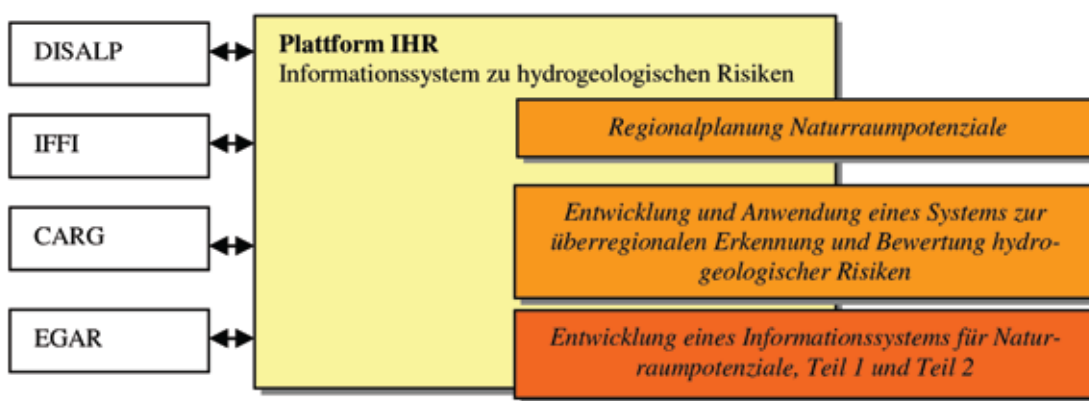


Abb. 1-1: Plattform IHR und die vier Interreg IIIA – Projekte

Die vier Interreg IIIA-Projekte wurden im Zeitraum 2004 bis 2007 mit den Interreg-Partnern ausgearbeitet und von der Abteilung Wasserschutzbauten beim Amt für Europäische Integration der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol zur Genehmigung eingereicht.

Interreg IIIA-Projekt	Partner	Zeitraum	Betrag ITA ¹⁾	EU-Kofinanzierung
Regionalplanung Naturraumpotenziale	ITA ¹⁾ – AUT ²⁾	01/2004 – 03/2008	295.000,00	100 %
Entwicklung und Anwendung eines Systems zur regionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken	ITA ¹⁾ – CH ³⁾	04/2005 – 03 /2008	357.963,00	80%
Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale	ITA ¹⁾ – AUT ²⁾	04/2005 – 03/2008	140.000,00	100%
Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale Teil 2	ITA ¹⁾ – AUT ²⁾	10/2007 – 03/2008	150.000,00	50%

Tab. 1-1: Zusammenstellung der Interreg-Projekte im Rahmen der Plattform IHR

ITA¹⁾ Abteilung Wasserschutzbauten der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol
 AUT²⁾ Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Tirol
 CH³⁾ Amt für Wald Graubünden

Um den ämterübergreifenden Risikodialog überhaupt zu führen, bot es sich an, die Projekte in Form der Plattform IHR zu organisieren. Diese Plattform ermöglichte wichtige Diskussionen, woraus sich aufeinander abgestimmte Lösungen ergaben (Tab. 1-2).

Partner	Kompetenzen in Südtirol
Abt. Wasserschutzbauten (Abt. 30)	Wassergefahren
Hydrographischen Amt (Abt. 26)	Lawinen / Messdaten
Amt für Geologie (Abt. 11)	Massenbewegungen und Sturz
Abt. Forstwirtschaft (Abt. 32)	Hydrogeologische Stabilität
Abt. Raumordnung (Abt. 27)	Datengrundlagen / Koordination
Amt für raumbezogene und statistische Informatik (Abt. 9)	Datenbanken, Datenbanksysteme

Tab. 1-2: Plattform IHR - Partner in Südtirol

IHR wurde auf drei Ebenen abgewickelt (Abb. 1-2). Während die Strategie mit den Interreg-Partnern festgelegt wurde, konnten eine Reihe von Aufgaben im Rahmen der Plattform IHR mit anderen Landesämtern definiert werden. Die Aufgaben wurden von externen Experten erbracht. Aufgrund der Komplexität wurde der Projektlauf durch ein technisches Sekretariat, einen Projektkoordinator und einen wissenschaftlichen Berater unterstützt.



Abb. 1-2: Organisation der Plattform IHR

1.3 Ziele der Projekte

In den jeweiligen Projektanträgen wurden Haupt- und Nebenziele abgesteckt, an denen sich die Tätigkeiten bei der Umsetzung orientierten.

Regionalplanung Naturraumpotenziale (Interreg IIIA Italien - Österreich)

Hauptziele:

- Konzepterstellung für transnationale Ansätze in der Regionalplanung;
- Regionale Erhebung von Naturraumpotenzialen;
- Regionale Erhebung von Nutzungspotenzialen.

Nebenziele:

- Anwendung der Regionalplanung in einem Testgebiet;
- Erhebung des entsprechenden Risikopotenzials im Testgebiet;
- Dringlichkeitsreihung des Risikopotenzials im Testgebiet.

Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken (Interreg IIIA Italien – Schweiz)

Hauptziele:

- Know-how-Transfer;
- Stärkung des Risikodialoges zwischen den betroffenen Dienststellen;
- Berücksichtigung und Umsetzung der staatlichen Rahmengesetze zum hydrogeologischen Risiko.

Nebenziele:

- Prioritätenreihung von Schutzmaßnahmen;
- Prioritätenreihung von Gefahrenzonenplänen;
- Minimierung der Kosten zur Erstellung von Gefahrenzonenplänen;
- Sicherung des Wissens zu hydrogeologischen Risiken.

Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale (Interreg IIIA Italien – Österreich)

Hauptziele:

- Schaffung eines standardisierten Informationssystems;
- Überprüfung der Verknüpfungsmöglichkeiten der Datenbanken mit Information über Naturgefahren.

Nebenziele:

- Adaption der Literaturdatenbank;
- Erarbeitung von Richtlinien für die Verwaltung des Informationssystems;
- Erleichterung der Naturgefahrenbeurteilung durch sofortige Verfügbarkeit von Information.

Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale Teil 2 (Interreg IIIA Italien – Österreich)

- Haupt- und Nebenziele wurden vom Vorgängerprojekt übernommen, allerdings war es möglich, die Datenbanksysteme mit neu recherchierten Informationen zu füllen.

1.4 Umsetzung

Die Umsetzung von IHR erfolgte in Form von thematisch getrennten Modulen (siehe Abbildung 1-3). Die Aufgaben innerhalb jedes Moduls wurden von einer Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern aller beteiligten Landesämter, dem technischen Sekretariat und dem Koordinator bearbeitet. In den Arbeitsgruppen wurden die Arbeitsschritte diskutiert und formuliert, deren Ausarbeitung wurde an externe Auftragnehmer vergeben. Die ausgearbeiteten Ergebnisse wurden von derselben Arbeitsgruppe evaluiert.

In regelmäßigen Abständen wurden Zwischenergebnisse in Informationsveranstaltungen wie „Seminar 30“ oder „Intern 30“ den KollegInnen und MitarbeiterInnen der Landesbehörden aber auch Interessierten außerhalb der Landesverwaltung vorgestellt.

Ebenso wurden die am Projekt Beteiligten mehrmals in Form eines Newsletters über den Fortgang des Projektes informiert.

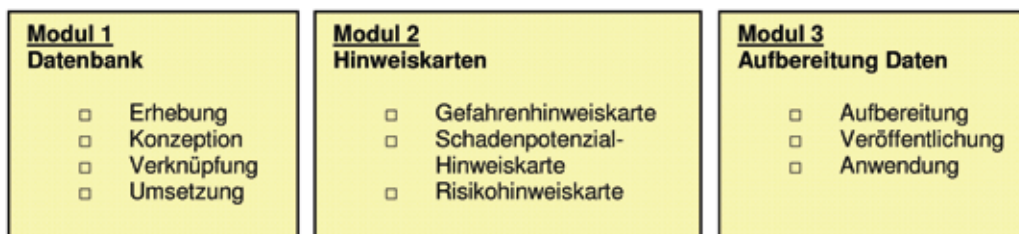


Abb. 1-3: Module von IHR

2 Gefahrenbeurteilung auf regionaler Maßstabsebene

Andreas Zischg

Bei der Gefahrenbeurteilung werden mögliche Gefahren des untersuchten Raums objektiv identifiziert und mit naturwissenschaftlichen Methoden abgeschätzt. Die Gefahrenbeurteilung zeigt auf, welche Zustände und Vorgänge innerhalb des Untersuchungssystems als Gefährdungen wirken. Die Gefahrenbeurteilung erfordert die Analyse von eingetretenen und potenziellen Ereignissen. Dementsprechend lassen sich Gefahren vorausblickend (vorwärtsgerichtete Indikation) oder im Rückblick aufgrund früher eingetretener Ereignisse (rückwärtsgerichtete Indikation) erkennen (vgl. beispielsweise Heinemann et al. 1998).

Die vorwärtsgerichtete Indikation basiert auf dem Erkennen und der richtigen Interpretation von Merkmalen und Merkmalkombinationen, die erfahrungsgemäß auf das mögliche Eintreten gefährlicher Prozesse hinweisen. Das Erkennen der Merkmale einer bestimmten Gefahrendisposition verlangt meist eine umfassende synoptische Betrachtung. So ist beispielsweise die Disposition eines Gebiets für Murprozesse anhand geomorphologischer, klimatologischer, hydrologischer, vegetationskundlicher und weiterer Merkmale zu erkennen und zu analysieren.

Die rückwärtsgerichtete Indikation beruht auf der Annahme, dass sich ein Gefahrenereignis in ähnlicher oder gleicher Form wiederholen kann. Die Wirkung früherer Ereignisse lässt sich anhand von Spuren im Gelände erkennen, den sogenannten „Stummen Zeugen“ (Aulitzky 1992). Dies hat generell den Vorteil, dass Aussagen über effektiv eingetretene Prozesse enthalten sind, die, im Gegensatz zu den oft empirisch ermittelten Ergebnissen der vorwärtsgerichteten Indikation, kaum zu widerlegen sind. Dabei muss die Interpretation sehr sorgfältig erfolgen, da sich die Disposition des gefährlichen Prozesses geändert haben kann oder die Wirkungswege nicht mehr die gleichen sind.

Nach Heinemann et al. (1998) lässt sich nie absolut ermitteln, ob eine Beurteilung richtig ist, denn eine direkte Überprüfung ist letztlich nur anhand des Eintretens oder Nicht-Eintretens und des Ablaufs des vorhergesagten Ereignisses möglich. Falls dabei ein bestimmter Zeitraum definiert worden ist, lässt sich erst im Nachhinein feststellen, ob sich gefährliche Prozesse im Rahmen des Vorhergesagten abgespielt haben oder nicht. Eine direkte Kontrolle der Qualität der Gefahrenbeurteilung ist deshalb oft nur in Katastrophenfällen möglich. Nicht zuletzt wegen der beschränkten Überprüfbarkeit der sachlichen Richtigkeit kommt einer guten Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Vorgehens bei der Gefahrenbeurteilung größte Bedeutung zu (Arbeitsgruppe für Angewandte Geografie 1997). Das Vorgehen, die eingesetzten Verfahren und Methoden sowie die Interpretation der erhobenen Daten lassen sich dadurch besser kontrollieren und kritisch diskutieren. Deshalb sind nach Heinemann et al. (1998) in jedem Fall folgende Grundregeln zu beachten:

- Der Gefahrenbeurteilung sollte eine klare Methodenwahl und -kombination zugrunde liegen, die jederzeit offengelegt werden kann.
- Es sollte der gesamte vom Prozess betroffene Bereich flächendeckend dokumentiert werden.
- Bei der Beurteilung muss von klar umrissenen Entscheidungskriterien ausgegangen werden, die eine subjektive Interpretation der Ergebnisse weitgehend ausschließen.
- Die Aussagen der Beurteilung müssen deklariert werden, beispielsweise mit einer Angabe der Evidenz. Die Evidenz einer Aussage kann mit den Begriffen „erwiesen“, „vermutet“ oder „potenziell“ umschrieben werden.

Aufgrund der nachhaltigen Auswirkungen raumplanerischer Maßnahmen auf kommunale und private Interessenssphären ergeben sich hohe Ansprüche an die Qualität der Gefahrenbeurteilung. Folgende Anforderungen sind dabei unbedingt zu erfüllen (Fuchs et al. 2001):

- Das gesamte Beurteilungsverfahren von den Datengrundlagen bis zur Modellierung muss so gestaltet sein, dass Betroffene die Entscheidungsfindung nachvollziehen können.
- Es muss gewährleistet sein, dass in unterschiedlichen Fällen bei gleichem Sachverhalt gleichartige Entscheidungen getroffen werden. Das bedeutet, dass das Beurteilungsverfahren in jedem Fall reproduzierbar gestaltet sein muss.
- Eine Gefahrenbeurteilung muss in regelmäßigen Abständen fortgeführt und gemäß der für die Gefährdungssituationen relevanten Änderungen der Rahmenbedingungen aktualisiert werden, desgleichen müssen neue Erkenntnisse zur Methodik der Gefahrenbeurteilung eingearbeitet werden.
- Hohe kartografische Genauigkeit und grafische Qualität sowie eindeutige und vollständige Darstellung des Sachverhalts sind Voraussetzung für die allgemeine Verständlichkeit des Beurteilungsverfahrens.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss bei allen Arbeitsschritten auf möglichst gleichbleibend hohem Standard gearbeitet werden. Wesentliche Voraussetzung hierfür ist eine homogene Datenqualität.

Je nach Zielsetzung erfolgt die Beurteilung von Naturgefahren in verschiedenen Maßstabsebenen:

- Im lokalen Maßstab auf der Verwaltungsebene der Gemeinde erfolgt die Gefahrenbeurteilung als Entscheidungsgrundlage für konkrete rechtswirksame raumplanerische Maßnahmen wie z.B. die Genehmigung oder Ablehnung eines Baugesuchs. Die Gefahrenbeurteilung im lokalen Maßstab wird in hohem Detaillierungsgrad durchgeführt; der betrachtete Gefahrenprozess wird durch Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit charakterisiert. Ergebnis der Gefahrenbeurteilung im lokalen Maßstab ist die Gefahrenkarte. Auf deren Basis wird der rechtsverbindliche Gefahrenzonenplan erstellt.
- Im regionalen Maßstab auf der Verwaltungsebene der Provinzen oder Regionen erfolgt die Gefahrenbeurteilung als Entscheidungsgrundlage für strategische Entscheidungen im Naturgefahrenmanagement, wie z.B. die Prioritätensetzung bei der Aufteilung der verfügbaren finanziellen Ressourcen für die Gefahrenvorbeugung. Die Gefahrenbeurteilung im regionalen Maßstab hat zum Ziel, flächendeckend für eine Region die potenziellen Prozessräume zu identifizieren und abzugrenzen. Ergebnis der Gefahrenbeurteilung im regionalen Maßstab ist die Gefahrenhinweiskarte.

Literatur

Aulitzky, H. (1992): Die Sprache der "Stummen Zeugen". In: Interpraevent, (Ed.) Internationales Symposium Interpraevent, 29. Juni - 03. Juli 1992, 139-174. Bern: Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A. (2001): Risikoanalyse Oberes Suldental (Vinschgau). Konzepte und Methoden für die Erstellung eines Gefahrenhinweis-Informationssystems. Innsbrucker Geographische Studien 31. Innsbruck.

Heinimann, H.R., Hollenstein, K., Kienholz, H., Krummenhacher, B., Mani, P. (1998): Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Umwelt-Materialien Nr. 85, Naturgefahren, BUWAL, Bern.

	Gefahrenhinweiskarte	Gefahrenkarte
Zweck	Grundlage für die Raumplanung auf regionaler Ebene und zur Erkennung der Konfliktgebiete	Grundlage für die Raumplanung auf kommunaler Ebene
Inhalt	Grobe Übersicht über die Gefährdungssituation; Angabe der Gefahrenart, aber nicht der Gefahrenstufe; großräumiges Ausscheiden oder Darstellung durch Symbole ohne räumliche Abgrenzung	Genaue Angaben zu Gefahrenart, Ausdehnung und Maß der Gefährdung in den jeweiligen Gefahrenstufen; detaillierte Dokumentation
Bearbeitungstiefe	Geringe Bearbeitungstiefe	Detaillierte Abgrenzung der Gefahrenzonen
Maßstab	1:10.000 bis 1:50.000	> 1:10.000
Erfasste Gebiete	Regionen, politische Gemeinden oder ganze Bundesländer; eine Beschränkung auf den eigentlichen Lebensraum, zum Beispiel Talschaften, ist möglich	Schwergewicht auf besiedelte, erschlossene oder künftig zu erschließende Gebiete sowie auf Verkehrswege
Nachführung	Bei veränderter Gefahrensituation (Schutzmaßnahmen oder natürliche Veränderungen)	Periodisch im Rahmen der Bauleitplanrevision oder bei veränderter Gefahrensituation (Schutzmaßnahmen oder natürliche Veränderungen)

Tab. 2-1: Eigenschaften von Gefahrenhinweiskarte und Gefahrenkarte. Quelle: Fuchs et al. (2001)

Die Ergebnisse der Gefahrenbeurteilung fließen als Datengrundlage in die Risikoanalyse ein.

2.1 Methodenevaluation und Methodenwahl

Sandro Gius

2.1.1 Einführung

Die Suche nach anwendbaren Methoden zur Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Gefahren (Murgang, Übersarung und Überschwemmung) auf regionaler Maßstabsebene wurde unter Berücksichtigung von vier grundlegenden Bedingungen durchgeführt. Das gewählte System musste

- genau genug,
- kosteneffizient,
- schnell,
- nachvollziehbar

sein. Diese vier Komponenten tragen den Bedürfnissen der Landesverwaltung, der Gemeinden und der Planer Rechnung. Im Rahmen einer Studienfahrt in die benachbarten Regionen konnten Vor- und Nachteile von bereits existierenden Methoden mit verschiedenen Gesprächspartnern wie Behörden, Universitäten und Freiberuflern analysiert werden.

2.1.2 Betrachtete Methoden

Es wurden nur Methoden betrachtet, die eine zeitsparende Beurteilung von Wassergefahren (Überschwemmung, Übersarung, Murgang) erlauben und deren Anwendung in größeren Verwaltungseinheiten in der wissenschaftlichen Literatur dokumentiert ist. Die in Frage kommenden Ansätze zur zeitsparenden Beurteilung von Wassergefahren lassen sich in drei Kategorien zusammenfassen:

- GIS-basierter voll automatisierter Ansatz

- Interpretation von verschiedenen Datengrundlagen (Luftbilder, thematische Karten, etc.)
- eine Kombination beider Ansätze

2.1.2.1 GIS-basierter voll automatisierter Ansatz

Gefahrenhinweiskarte nach BUWAL (Heinimann et al. 1998)

Bereits 1996 wurde für den Kanton Bern eine digitale Gefahrenhinweiskarte auf der Basis einer GIS-gestützten Gefahrenbeurteilung erstellt. Die angewendeten Ansätze und Algorithmen basieren auf Zimmermann et al. (1997), Kienholz et al. (1997), Hegg (1997), Heinimann et al. (1998), Liener (2000) und Gamma (2000). Sie wurden laufend weiterentwickelt und in verschiedenen Kantonen der Schweiz angewandt.

Ziel des Verfahrens ist eine Charakterisierung von Wildbacheinzugsgebieten nach gravitativen Prozessen in Verbindung mit Wasser. Nach einer groben Quantifizierung hinsichtlich Ereignisgröße und Häufigkeit auf Einzugsgebietsebene, erfolgt eine Ausscheidung der geschieberelevanten Flächen. Weiters wird eine Relieffanalyse sowie eine Klassifizierung der Bodenbedeckung und der geologischen Substrate vorgenommen. Geschieberelevant sind Sturzquellen, an das Gerinne angrenzende Rutschflächen sowie steile Bacheinhänge im Lockermaterial. Mit diesen Eingangsdaten wird die Modellierung durchgeführt, um die Entstehungsbereiche der Prozesse auszuscheiden. Die Simulation der Murgänge erfolgt mit einem Modell, welches abschnittsweise die Geschwindigkeit eines Murganges entlang des Fließweges in Abhängigkeit von durchschnittlichem Gefälle, Gleitreibungswert und innerer Reibung berechnet. Für die Modellierung der Ausbreitung wird ein Zufallsbewegungsansatz benutzt. Der Ermittlung der Überschwemmungs- und Übersarungsflächen geht eine so genannte Schwachstellenanalyse voraus, wo die Präsenz von unzureichend dimensionierten Infrastrukturen (Brücken, Durchlässe, Engpässe) als problematisch angesehen wird. Nach dieser Methode können die gefährlichen Prozesse automatisiert auf großen Flächen lokalisiert und abgegrenzt werden.

Silva Protect

Im Projekt Silva Protect wurde eine Schutzwaldhinweiskarte für das ganze Gebiet der Schweiz erstellt. Sie gibt Auskunft darüber, welcher Waldbereich, welche Schadenobjekte vor welchen Gefahren schützt und soll als Grundlage für das Landesforstinventar sowie für eine neue Subventionspolitik dienen. Das Projekt ist in fünf Module gegliedert. Im Modul SILVA wird die relevante Waldfläche ermittelt. Im Modul DAMAGE wird das Schadenpotenzial in Kategorien dargestellt. Im Modul EVENT werden die Gefahrenhinweisbereiche für Lawinen, Sturz, Rutschungen, Murgänge sowie Schwemmholz nach den bereits beschriebenen Ansätzen von Heinimann et al. (1998) ausgeschieden. Die verschiedenen Datenebenen werden im Modul INTERSECT miteinander kombiniert und fließen im Modul SYNTHESE zur eigentlichen Schutzwaldhinweiskarte zusammen. Der modulare Aufbau ermöglicht eine getrennte Führung und Aktualisierung der verschiedenen Datenebenen. Dies trägt z.B. der besonderen Dynamik des Schadenpotenzials Rechnung. Das Projekt ist ein Beispiel für die GIS-basierte Erstellung von Gefahrenhinweiskarten für große Flächen.

2.1.2.2 Interpretation von verschiedenen Datengrundlagen

EGAR

Im Projekt EGAR (Einzugsgebiete in Alpinen Regionen, Pilotprogramm Alpenraum) wurde mittels Luftbildinterpretation eine flächendeckende Kartierung von aktuellen und reliktschen morphodynamischen Prozessen durchgeführt. Die Verifikation der Kartierung erfolgte in Form von punktuellen Geländebegehungen. Die Phänomene wurden nach dem Ansatz von Bunza et al. (1982) erfasst. Betrachtet wurden die folgenden übergeordneten Prozessgruppen:

Massenschurf (durch Wind, Schnee, Wasser, Eis), Übergangsbereich – quasiviskoses Fließen (Lawinen, Muren) und Massenselbstbewegungen (Stürzen, Gleiten, Fließen, Kriechen). Als Ergebnis liegen Gebiete mit Hinweisen auf Naturgefahrenpotenziale vor, die nach Überlagerung mit schutzwürdigen Objekten Konfliktpotenziale aufzeigen. Nachdem der Schwerpunkt der Methode in der Untersuchung der Einzugsgebiete liegt, hat sich gezeigt, dass das Fehlen von Gefahrenhinweisbereichen eine Abschätzung des Schadenpotenzials nur beschränkt ermöglicht. Bei der Anwendung der EGAR Methode im Südtiroler Einzugsgebiet der Drau im Jahre 2002 wurden Modelle zur Simulation von Lawinen- und Sturzgefahren (Meissl 1998, Zischg et al. 2002) implementiert.

AFHE

In der Autonomen Provinz Trient wurde mittels eines GIS-basierten Ansatzes versucht, die Gefährlichkeit von Murkegeln im Rahmen des Projektes „AFHE - Alluvial Fan Hazard Evaluation“ abzuschätzen (Fontan et al. 2004). Es wird angenommen, dass die Prozesse die zur Bildung der Schwemmkegel geführt haben, noch aktiv sind. Die Methode gründet auf der Wildbachklassifikation von Aulitzky (1982). Mittels eines Indikatorensystems werden die Gefährungsstufen von Einzugsgebiet und Kegel zu einem gesamten Gefährungsgrad summiert. Der Ansatz erfordert viele Daten auf Detailebene, für deren Erhebung Feldbegehungen unerlässlich sind. Damit bildet dieser Ansatz zwar eine Grundlage für die Prioritätensetzung im Handlungsbedarf, für den flächendeckenden Einsatz im regionalen Maßstab ist er nicht geeignet. Die auf der Erkennung von sogenannten „stummen Zeugen“ basierende Methodik wird oft durch die fortschreitende Urbanisierung der Schwemmkegel, welche die Vernichtung der Spuren von vergangenen Ereignissen verursacht, relativiert.

2.1.2.3 Kombination beider Ansätze

Risikohinweiskarte Oberes Suldental

Diese Arbeit entstand im Rahmen von Diplomarbeiten (Fuchs et al. 2001, Zischg et al. 2002 und Keiler et al. 2004) und stellt den Versuch dar, die Methode BUWAL, adaptiert an die Datengrundlagen in Südtirol am Beispielraum „Oberes Suldental“ anzuwenden. Ziel war die Erstellung eines Naturgefahrenhinweis-Informationssystems für die Phänomene Murgang, Felssturz bzw. Steinschlag und Lawine. Die Gefahrenbeurteilung beruhte in diesem Fall auf der Auswertung von Grundlagendaten, der Geländeanalyse und der Modellierung. Die geomorphologische Geländeanalyse erfolgte mittels Luftbildinterpretation und punktueller Kontrollbegehungen im Gelände. Für Murprozesse wurden die Startpunkte, für Sturzprozesse die Abbruchkanten und für Lawinen die Anrissflächen ermittelt. Murgangprozesse wurden mit dem Programm FLOWVEC (Wichmann 2000) modelliert. Sturzprozesse wurden mit dem Modell „Sturzeschwindigkeit“ (Meissl 1998) abgeschätzt. Zur Bestimmung der Lawinenbahnen und deren Reichweite wurde das Verfahren von BUWAL (Heinimann et al. 1998) und ein auf dem Trajektorienmodell von Meissl (1998) und dem Pauschalgefälleansatz von Lied et al. (1995) basierendes Simulationsmodell verwendet. Ein Verschnitt zwischen Naturgefahren und Schadenpotenzial zeigte auf, welche Gebäude und Infrastrukturen betroffenen sind. Die Zuweisung der zu erwartenden Schäden ermöglichte eine Reihung der Prozessflächen nach der Höhe des betroffenen Schadenpotenzials. Das GIS-basierte Gefahrenhinweis-Informationssystem macht die für die Regionalplanung erforderlichen Grundlagen und Arbeitsmittel digital verfügbar. Somit ist eine kostengünstige und zeitsparende Analyse von Prozessen möglich. Durch die einheitliche Struktur ist eine Fortführung und Aktualisierung der gesamten Datenbestände, Modellalgorithmen und Visualisierungsmöglichkeiten gewährleistet.

Kartierung auf Basis des Laserscanning DOM und DEM in Kombination mit Simulationsmodellen

Das durch Laserscanning ermittelte digitale Oberflächenmodell (DOM) und digitale Höhenmodell (DEM) eignen sich neben der Modellierungsgrundlage für eine visuelle Interpretation der geomorphologischen Prozesse. Eine Berechnung des „hillshade“ (Beleuchtung) aus verschiedenen Richtungen erlaubt eine sehr detaillierte Betrachtung des Geländes ohne Schattenbereiche oder Wald wie z.B. in Luftbildern. Die Kartierung der geschieberelevanten Flächen und Grabenprozesse aus dem „hillshade“ des DOM und DEM in Kombination mit Orthofotos kann erheblich zeitsparender als eine Luftbildinterpretation durchgeführt werden. Die Erkennung von prozessspezifischen Geländeformen wird wesentlich erleichtert. Nach der Beurteilung der Murfähigkeit von Wildbächen können mit einem einfachen Murgang-Simulationsmodell die Prozessräume abgegrenzt werden. Die Anwendung der Methode Fuchs et al. (2001, Risikohinweiskarte Oberes Suldental) unter Verwendung des Laserscanning-Geländemodells würde die Vorteile sowohl der rückblickenden als auch der vorwärtsblickenden Indikation von Gefahren kombinieren, hätte aber längere Bearbeitungszeiten zur Folge. Da das Laserscanning-Geländemodell zu Beginn der Projekte nicht zur Verfügung stand, konnte die Methode nicht getestet und angewandt werden.

2.1.3 Zeit und Kostenaufwand der vorgestellten Methoden

In der folgenden Tabelle werden die zur Verfügung stehenden Informationen zum voraussichtlichen Kostenaufwand wiedergegeben. Die Kosten sind als ungefähre und unverbindliche Schätzung oder Hochrechnung aus abgewickelten Projekten zu verstehen.

Projekt	Kosten (€ / km ²)
BUWAL (Murgang und Übersarung)	ca. 20.-
Silva Protect (Sturz, Lawinen, Murgang, Übersarung, Überschwemmung, Rutschung, Hangmure)	ca. 5.- je Prozess bzw. ca. 20.- für alle Prozesse
EGAR	ca. 110.-
Kartierung + Modellierung	ca. 50 bis 70.-

Tab. 2-2 : Bearbeitungskosten der vorgestellten Methoden. Quelle: Abteilung Wasserschutzbauten, geo7, BUWAL, A. Zischg

2.1.4 Evaluation der Methoden im Hinblick auf die Ziele von IHR

Zusätzlich zu den vier grundlegenden Bedingungen (genau genug, kosteneffizient, kurze Bearbeitungszeit, nachvollziehbar), welche bereits in der Einführung erwähnt wurden, musste die Wahl der Methode unbedingt den Anforderungen der Richtlinien zur Gefahrenzonenplanung in Gebieten mit niedriger Bearbeitungstiefe der Autonomen Provinz Bozen genügen. In der folgenden Tabelle werden die drei Modelle gegenübergestellt, die nach reiflicher Diskussion in der Arbeitsgruppe am meisten den festgelegten Bedingungen genügten.

Anforderung	BUWAL (Modellierung)	EGAR (nur Kartierung)	RHK Sölden (Modellierung & Kartierung)
1. Flächendeckende Beurteilung	*	*	*
2. Alle Wassergefahren: Muren, Übersarung, Überschwemmung	*		
3. Objektivität und Nachvollziehbarkeit, leicht aktualisierbar	*		
4. Kurze Bearbeitungszeit	*		
5. Abgrenzung der Hinweisbereiche durch Umhüllende	*		*
6. Nicht-DEM-relevante bestehende Schutzbauten vernachlässigt	*	*	*
7. Geringe Kosten (Bezug Budget Abt. 30)	*		
8. Möglichkeit der Prioritätensetzung	*		*
9. Kontrollinstrument und Basis für die Gefahrenzonenplanung	*		*
10. Begriffsdefinitionen nach Richtlinien und Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten	*		*

Tab. 2-3 : Evaluation der in Betracht gezogenen Methoden

Es zeigte sich, dass nur der Ansatz von BUWAL allen Anforderungen der Abteilung Wasserschutzbauten an die Methode zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten gerecht wird.

Nach der Methode EGAR wurden in Südtirol das Einzugsgebiet der Drau (2002) und das Etschtal (2005) untersucht. Die Modellierung der potenziellen Lawinen und der Sturzgebiete im Rahmen dieser Projekte erfolgte GIS-basiert und erfüllt damit die oben definierten Ziele und Anforderungen, die ausgewählten Wassergefahren wurden aufgrund Luftbildinterpretation ausgeschieden. Eine Bewertung der Kartierungsmethodik (Wassergefahren) ergab die folgenden Abweichungen von den gewünschten Anforderungen:

- Das Legendenkonzept zur Beschreibung der Prozesse (Schurf durch Wasser, Kriechen, Fließen, etc.) war nicht mit den Richtlinien für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne und der Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten vereinbar.
- Bei der Kartierung des Etschtals erfolgte eine zu generelle Abgrenzung der kartierten Flächen.
- Die Nachvollziehbarkeit über die Beurteilung und die Interpretation der Datengrundlagen ist nicht immer gegeben.
- Die Karte der Prozesse ist keine Beschreibung der Prozessdynamik sondern der Landschaftsdynamik (Beispiel Etschtal-Talboden). Oft wurden gesamte Einzugsgebiete als Schurf durch Wasser ausgewiesen.
- In Südtirol bekannte Massenbewegungen und dokumentierte Ereignisse fanden in der Karte keine Entsprechung (Beispiel Madrut-Wand). Die Literatur aus der Literaturdatenbank ist nicht eingearbeitet; in der Literatur bekannte Details müssten nach EGAR-Konzept in die Kartierung einfließen.
- Das Problem der Erosionsflächen wurde im Kartierkonzept nicht berücksichtigt.
- Die Grundlage für die Bewertung der Prozesse (Punktesystem) und die Überlagerung mit dem Nutzungspotenzial (Punktesystem) ist nicht dokumentiert und publiziert. Damit ist das Verfahren nicht nachvollziehbar.
- Die Bewertung der Schutzwürdigkeit wurde nur aus der Realnutzungskarte ermittelt. GIS-Daten wie Strassen, Schipisten, Seilbahnen, usw. fanden nicht Eingang in das Bewertungsverfahren.

Aufgrund der Kombination von Geländeanalyse und Modellierung ist die Methode zur Erstellung der „Risikohinweiskarte Oberes Suldental“ zeitaufwändiger als die Methode von BUWAL. In Kombination mit einfachen Modellen, die weniger Rechenzeit als die 1998 verwendeten Modelle beanspruchen, kann auch diese Methode relativ zeit- und kostensparend durchgeführt werden. Genauso wie beim EGAR-Verfahren ist die Luftbildinterpretation mit dem Nachteil einer gewissen Subjektivität behaftet.

Zusammenfassend ergab die anschließende Diskussion zu den Methoden für die Erstellung von Gefahrenhinweiskarten für Wildbachgefahren (Murgang, Übersarung) die folgenden Schlussfolgerungen:

- Allen festgelegten Zielen entsprach nur eine automatisierte Bewertung von Naturgefahren nach dem Ansatz von BUWAL (Heinimann et al. 1998).
- Der EGAR-Ansatz entsprach aufgrund der Klassifikation der Prozesstypen nicht den Bewertungsansätzen der Richtlinien zur Erstellung von Gefahrenzonenplänen in Südtirol und den Begriffsdefinitionen der Ereignisdokumentation ED30, die sich beide an die Standards von DOMODIS bzw. an die italienischen Rahmenbedingungen von IFFI anlehnen.
- Die Kosten einer flächendeckenden Bearbeitung von Südtirol mit dem EGAR-Ansatz hätten das Budget der Abteilung Wasserschutzbauten überschritten.
- Mit dem EGAR-Ansatz konnte nicht mit einer Fertigstellung innerhalb 2006 gerechnet werden.
- Aufgrund der definierten Ziele waren vollautomatische und GIS-basierte, also objektive Verfahren zur Bewertung von Naturgefahren auch mit der Inkaufnahme von Unsicherheiten zu bevorzugen.
- Es wurde diskutiert, den Ansatz von BUWAL – das Simulationsmodell für Murgänge und Übersarung von geo7 AG – in einem Testgebiet von Südtirol anzuwenden.
- Eine Investition in die Entwicklung neuer Methoden oder die Suche nach anderen Verfahren zur Beurteilung von Murgängen und Übersarung sollte nur dann getätigt werden, wenn der vollautomatische Ansatz nach BUWAL im genannten Testgebiet nicht die erwarteten Ergebnisse bringen sollte.

Nach der Bearbeitung von zwei Testgebieten nach dem Ansatz von EGAR im Rahmen des Interreg IIIA Italien-Österreich Projektes „Regionalplanung Naturraumpotenziale“ beschloss die Arbeitsgruppe, die Methode zur GIS-basierten Beurteilung von Naturgefahren auf regionaler Ebene nach BUWAL in einem Testgebiet in Südtirol zu testen.

Literatur

- Aulitzky, H. (1982): Preliminary two-fold classification of torrents. *Interpraevent* 1982, Bad Ischl, 4, 285-309
- Bunza, G. (1992): Die Erfassung des aktuellen Abtragungsgeschehens mit Hilfe geomorphologischer Kartierungen zur Beurteilung von potentiellen Gefahrenräumen. In: *Internationales Symposium Interpraevent*, 29. Juni - 03. Juli 1992, 213-236.
- Fontan, D., Stringa, I., and Dematteis, A. (2004): Valutazione della pericolosità geologica in conoide. *Interpraevent* 2004, Riva del Garda, 4(IX), 55-66.
- Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A. (2001): Risikoanalyse Oberes Suldental (Vinschgau). Konzepte und Methoden für die Erstellung eines Gefahrenhinweis-Informationssystems. *Innsbrucker Geographische Studien* 31. Innsbruck.
- Gamma, P. (2000): dfwalk - Ein Murgang-Simulationsprogramm zur Gefahrenzonierung. *Geographica Bernensia* G66. Bern.
- Heinimann, H.R., Hollenstein, K., Kienholz, H., Krummenhacher, B., Mani, P. (1998): Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. *Umwelt-Materialien* Nr. 85, Naturgefahren, BUWAL, Bern.

Keiler, M., Fuchs, S., Zischg, A., Sötter, J. (2004): The adaption of technical risk analysis on natural hazards on a regional scale. Z.

Geomorph. N.F. 135, 95-110. Kienholz, H., Keller, H. M., Amman, W., Weingartner, R., Germann, P. F., Hegg, C., Mani, P., and Rickenmann, D. (1998): Zur Sensitivität von Wildbachsystemen. Zürich.

Liener, S. (2000): Zur Feststofflieferung in Wildbächen, Universität Bern.

Meissl, G. (1998): Modellierung der Reichweite von Felsstürzen - Fallbeispiele zur GIS-gestützten Gefahrenbeurteilung aus dem Bayerischen und Tiroler Alpenraum. Innsbrucker Geographische Studien 28, Innsbruck.

Wichmann, V. (2000): Versuch einer GIS-gestützten Modellierung der Fließwege von Hangmuren. Universität München.

Zimmermann, M., Mani, P., and Gamma, P. (1997). Murganggefahr und Klimaänderung - ein GIS-basierter Ansatz, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich.

Zischg, A.; Keiler, M.; Fuchs, S. & G. Meißl (2002): Konzept zur flächendeckenden Risikoanalyse für Naturgefahren im regionalen Maßstab. In: Strobl, J.; Blaschke, T. & G. Griesebner (eds.): Angewandte Geographische

Informationsverarbeitung XIV. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2002. Heidelberg. p. 607-615.

2.2 Ereignisdokumentation an der Abteilung Wasserschutzbauten (ED30)

Pierpaolo Macconi, Markus Sperling

2.2.1 Einführung

Das Management von Naturgefahren baut auf der Verfügbarkeit einer breiten Informationsgrundlage auf. Für eine korrekte Verwirklichung von Schutzmassnahmen sind Kenntnisse über den Typ, das Ausmaß und die Frequenz der gefährlichen Prozesse notwendig. Auch für die Raumplanung sind möglichst detaillierte Beschreibungen der Ausdehnung und des Ausmaßes der hydrogeologischen Ereignisse erforderlich. Dieser Bedarf an Daten führte zur Entwicklung eines Informationssystems für die Ereignisdokumentation, in dem Personen, Vorgehensweisen und Instrumente aufeinander abgestimmt sind. Die Abteilung Wasserschutzbauten der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol ist für die Dokumentation der an die Gewässerläufe gebundenen Naturereignisse zuständig. Neben Überschwemmungen und Murgänge werden auch Rutschungen und Bergstürze, welche die Bachbette direkt oder indirekt betreffen, erhoben. Seit jeher wurden Ereignisse durch die zuständigen Techniker im Zuge von Lokalausweisen dokumentiert. Dabei ging man allerdings nicht nach festgelegten Standards vor. Zudem wurden die gesammelten Informationen zwar vom betroffenen Techniker genutzt, nach deren Verwendung aber unsystematisch archiviert. Ausser dem Techniker wusste niemand von der Existenz dieser Daten.

Im Jahre 1998 kam im Rahmen einer Diplomarbeit (Lachmann 1998) die erste systematische Form der Ereignisdokumentation zur Anwendung. Diese konnte jedoch aufgrund ihrer Komplexität und Untersuchungstiefe nicht als Standard für die Abteilung Wasserschutzbauten eingeführt werden. In den Jahren 1999 bis 2002 wurde die Dokumentation der Ereignisse nach verschiedenen Standards durchgeführt. Im Jahre 2003 wurde im Zuge der Digitalisierung der Aufnahmen der vorhergegangenen vier Jahre das gesamte System überarbeitet und vereinheitlicht.

2.2.2 Methode

Die Ereignisdokumentation lässt sich in drei wesentliche Phasen gliedern: die Felddatenerhebungen, die Eingabe und Archivierung der Daten und die Verwaltung derselben (siehe Abbildung 2-1). Die erste Phase beinhaltet das Sammeln der Daten während der Lokalaugenscheine. Das Arbeitsinstrument hierzu ist ein Aufnahmeformular, das auf Grundlage der Erfahrungen aus den Projekten IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia), DOMODIS (Documentation of Mountain Disasters, Hübl et al. 2002) und DIS-ALP (Disaster Information System for the Alps, Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention 2002) sowie unter Berücksichtigung der nördlich der Alpen gebräuchlichen Dokumentationssysteme entwickelt wurde. Das aus dieser Entwicklung hervorgegangene Formular ist in erster Linie für Ereignisse in Bächen und Flüssen gedacht, eignet sich jedoch auch zur Erfassung anderer hydrogeologischer Ereignisse wie Rutschungen und Bergstürze. Die verschiedenen Formularblätter ermöglichen die Aufnahme von allgemeinen Informationen sowie die Beschreibung der festgestellten Schäden und des flächenmäßigen Ausmaßes des Ereignisses. Das Aufnahmeformular wurde vom „Dipartimento per la Difesa del Territorio“ der Universität Padua evaluiert und positiv begutachtet. Für Ereignisse mit geringer Bedeutung wurde eine so genannte „Quick-Version“ des Aufnahmeformulars erarbeitet, in welcher nur die wichtigsten Daten erfasst werden. Die erhobenen Daten werden anschließend in einer Microsoft Access Datenbank verwaltet, wobei jedes Ereignis einem Datensatz entspricht.

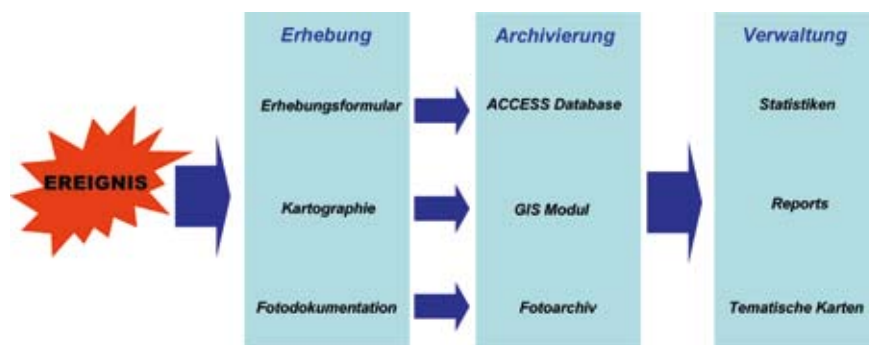


Abb. 2-1: Aufbau des Ereignisdokumentationssystems der Abteilung Wasserschutzbauten

Im Zuge der Felddatenerhebungen wird das Ereignis mit Hilfe von Punkten, Linien und Flächen in kartografischer Form dargestellt. Die so erstellten Karten werden später in ein Geografisches Informationssystem (GIS) übertragen. Jedem geometrischen Element werden ein Code, welcher es eindeutig beschreibt und die fortlaufende Nummer des Einzelereignisses zugewiesen. Beim Fotomaterial werden die besten Aufnahmen ausgewählt und mit Hilfe einer geeigneten Software (Canto Cumulus), welche eine rasche Abfrage und die Zuordnung von Schlagwörtern erlaubt, katalogisiert. Sämtliche Daten, die in den Archiven gespeichert sind, besitzen einen Code, der eine Abfrage aller Informationen der einzelnen Ereignisse ermöglicht.

Die in die Ereignisdokumentation involvierten Personen sind zentral organisiert und werden von einem Koordinator und einem wissenschaftlichen Berater betreut, welche die Aufgabenbereiche Organisation, Datenverwaltung, Aufsicht und Logistik übernehmen. Diese stellen auch die kartografischen Unterlagen bereit, die von den Technikern für die Felddatenerhebungen benötigt werden. Ein weiteres grundlegendes Element des Dokumentationssystems besteht in der Festlegung von klaren, einheitlichen, aber gleichzeitig ausreichend flexiblen Prozeduren.

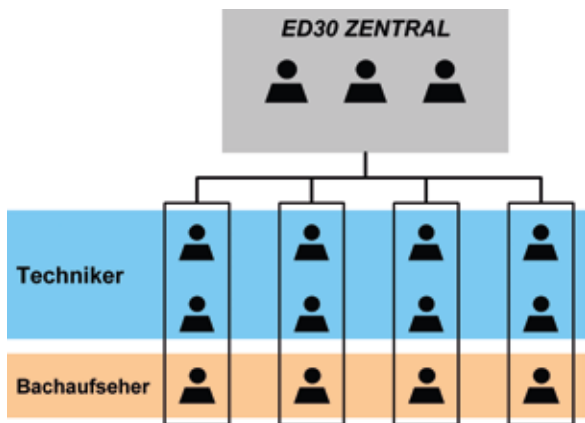


Abb. 2-2: Personalorganisation für die Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten

Das Dokumentationssystem liefert die Informationen je nach Nutzer in unterschiedlicher Form. Den Technikern der Abteilung Wasserschutzbauten steht eine Benutzeroberfläche zur Verfügung, welche eine zusammenfassende Übersicht der Ereignisse für ein Gewässer oder eine Gemeinde ermöglicht. Zudem haben sie einen direkten Zugriff auf die Geodaten und das Fotoarchiv. Der externe Nutzer erhält die Daten in vereinfachter Form, indem er über den Hazard Browser, einem von der Landesverwaltung zur Verfügung gestellten Internetportal zugreift. Freiberufler und andere Techniker können bei Bedarf ausführlichere Informationen, Geodaten und Fotomaterial anfordern.

2.2.3 Ergebnisse

Seit Beginn der systematischen Erhebung im Jahre 1998 wurden 483 Ereignisse dokumentiert. Die Anzahl der registrierten Ereignisse entspricht allerdings nicht den effektiv vorgefallenen: Es kann beispielsweise vorkommen, dass Ereignisse nicht gemeldet oder einige unbedeutende Ereignisse nicht erhoben wurden.

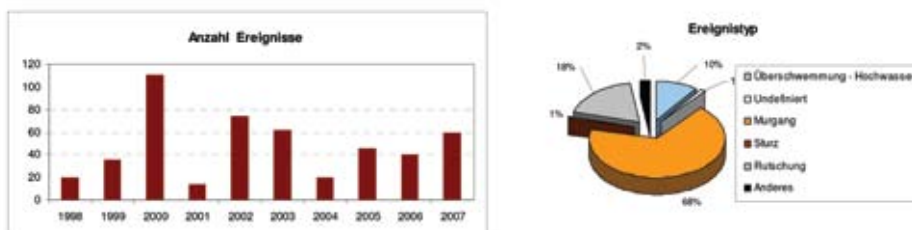


Abb. 2-3: Gliederung der Ereignisse nach Jahr und Ereignistyp

Ein Großteil der erhobenen Ereignisse kann dem Typ Murgang zugeordnet werden. Hierzu muss angemerkt werden, dass häufig Ereignisse wie Abflüsse mit überhöhtem Feststoffgehalt als Murgang katalogisiert werden, was einer beabsichtigten Vereinfachung der Klassifizierung der Ereignistypen entspricht.

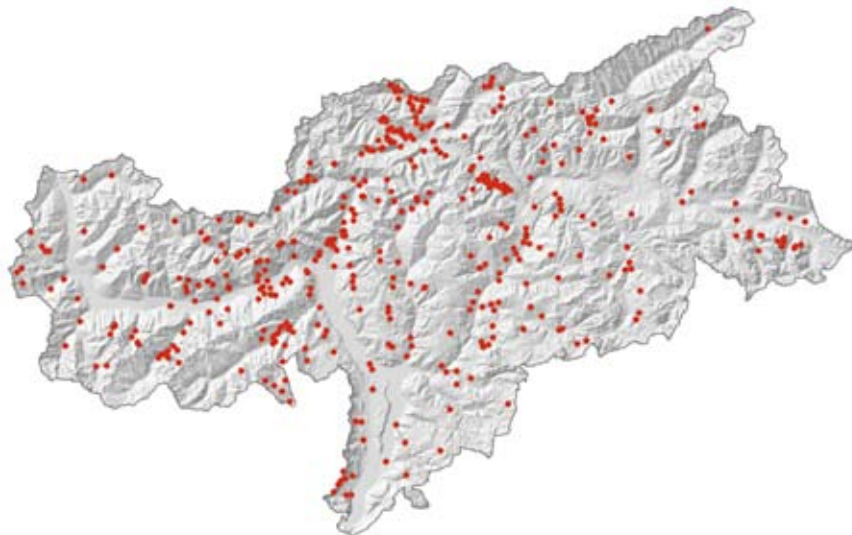


Abb. 2-4: Verteilung der ab dem Jahr 1998 aufgenommenen Ereignisse

2.2.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Das Ereignisdokumentationssystem ED30 stellt heute ein erprobtes und innerhalb der Abteilung Wasserschutzbauten regelmäßig verwendetes Informationsinstrument dar. Die Anfragen für Daten nehmen kontinuierlich zu. Dies trifft nicht nur für die Techniker der Abteilung, sondern auch für Freiberufler zu, insbesondere bei der Ausarbeitung von Gefahrenzonenplänen. Einen weiteren Beleg für den Wert der gesammelten Informationen stellt die steigende Nachfrage von Seiten der Universitätsinstitute zum Zwecke der Forschungstätigkeit dar. Die zufrieden stellenden Ergebnisse dürfen jedoch nicht als endgültiges Ziel angesehen werden. Die gesammelte Erfahrung zeigt die Erfordernisse der zukünftigen Entwicklung des Systems zur Ereignisdokumentation auf. Die diesbezüglichen Ziele können zeitlich gestaffelt folgendermaßen festgelegt werden:

- Kurzfristig: Verfeinerung der Prozeduren und Optimierung der Erhebungsphase insbesondere für Ereignisse mit regionaler Bedeutung; Verbesserung der Benutzeroberfläche für den Austausch der Daten mit dem IFFI.
- Mittelfristig: Verbesserung der Benutzeroberflächen und Ausbau des Internetservices für die Einsichtnahme bzw. den „download“ der Daten durch externe Nutzer.
- Langfristig: Überführung der Daten in umfangreichere Datenbanksysteme mit Mehrbenutzerumgebung; Zusammenarbeit mit Universitäten und anderen Institutionen zum Zwecke der Nutzung der Daten und der Verbesserung des Dokumentationssystems.

Literatur

Hübl, J., Kienholz, H., Loipersberger, A. (2002): DOMODIS - Documentation of Mountain Disasters. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Schriftenreihe 1; Handbuch 1. Klagenfurt.

Lachmann, S. (1998): Untersuchungen zu den Murgangereignissen des Sommers 1998 in Südtirol. Ereignisdokumentation als Methode zur Erfassung von Wildbachschadensereignissen. Diplomarbeit am Geografischen Institut der Universität Bonn. Bonn.

Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention PLANALP (2006): Dokumentation von Naturereignissen – Feldanleitung. (Alpensignale 4); Innsbruck/Bern.

2.3 Gefahrenhinweiskarte Wildbäche – Prozesse Murgang und Übersarung

Peter Mani, Hanspeter Staffler, Elisabeth Berger

2.3.1 Einführung

Für diese Gefahrenhinweiskarte werden die Prozesse Murgang und Übersarung im regionalen Maßstab beurteilt. Im Folgenden werden diese beiden Prozesse kurz beschrieben.

Ein Murgang ist ein langsam bis schnell fließendes Gemisch von Feststoff und Wasser mit eigenen rheologischen Eigenschaften. Zwischen transportierendem und transportiertem Medium kann nicht mehr unterschieden werden. Im Unterschied zu Wasser haben Murgänge eine Grenzscherspannung, die überschritten werden muss, damit sie überhaupt in Bewegung kommen. Die Fortbewegung erfolgt in der Regel in steilen Fließgewässern und Rinnen und erfolgt oft in mehreren Schüben. Die Grenzscherspannung ist dann wiederum dafür verantwortlich, dass Murgänge bei Übergängen vom steilen ins flache Gelände abrupt zum Stillstand kommen. Auf Schwemmkegeln, in flachen Talböden oder bei der Einmündung in einen größeren Vorfluter kommt es zur teilweisen oder vollständigen Ablagerung der Feststoffe. Die Auslösung von Murgängen erfolgt in der Regel durch Niederschlag.

Eine Übersarung ist eine Ablagerung von fluvial transportierten Feststoffen außerhalb von Gerinnen auf Schwemmkegeln oder in Talböden. Im Gegensatz zu Murgängen werden bei der Übersarung die Feststoffe durch das Wasser transportiert. Die Ablagerung erfolgt deshalb oft sortiert nach Korngrößen. Übersarung tritt oft auch unterhalb von Murgangablagerungen auf, wenn Murgangmaterial durch nachfolgenden Hochwasserabfluss verspült wird.

Die Voraussetzung, dass diese beiden Prozesse auftreten können, ist verfügbares Lockermaterial. Dieses Material kann entweder direkt im Gerinnebereich zur Verfügung stehen oder über geschiebeliefernde Prozesse in den Gerinnebereich gelangen. Für die Gefahrenhinweiskarte werden Sturz- und Rutschprozesse sowie Erosionsprozesse im Gerinnebereich als geschiebeliefernde Prozesse berücksichtigt.

In einem Pilotprojekt wurde geprüft, wie weit sich die in der Schweiz entwickelten Methoden auch in der Autonomen Provinz Bozen Südtirol einsetzen lassen. Nach erfolgreicher Durchführung des Pilotprojektes wurde entschieden, die Methodik auf das Gebiet der gesamten Provinz anzuwenden.

2.3.2 Methode

2.3.2.1 Datengrundlagen

Wesentliche Vorarbeit für die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte war die Aufbereitung der Datengrundlagen. Als Eingabedaten sind räumliche Datensätze zur Geologie, zu Rutschungen, zur Bodenbedeckung, zum Gewässernetz und ein digitales Geländemodell erforderlich. Grundlage für die geologische Charakterisierung bildete die geologische Karte 1:75'000, die für das gesamte Landesgebiet zur Verfügung steht. Aus der geologischen Karte wurde eine Gebietscharakterisierung bezüglich der folgenden Parameter vorgenommen:

- Matrix: Klassifikation tonig-siltig, sandig kiesig, kiesig-blockig
- Bei Festgesteinen wurde das Verwitterungsprodukt charakterisiert. Die Matrix beeinflusst bei der Murgangmodellierung die Startbedingungen und die Reichweite.
- Durchlässigkeit: Klassifikation gering, mittel, groß

- Die Durchlässigkeit floss bei der Reliefanalyse ein. Sie beeinflusst die Dichte des Runsennetzes. Eine geringe Durchlässigkeit führt eher zu Oberflächenabfluss und damit zu einem dichteren Runsennetz.

- Produktivität: Klassifikation gering, mittel, groß

Die Produktivität charakterisiert die Verwitterbarkeit des Festgesteins und damit die Geschiebeproduktion. Sie wird im Geschiebelieferungsmodell berücksichtigt. Jede Einheit der Legende der geologischen Karte wurde bezüglich der oben beschriebenen Eigenschaften charakterisiert. Grundlage für die Ausscheidung der relevanten Rutschungen bildet der Datensatz des Rutschungskatasters IFFI (Stand Juni 2006). Daraus wurden die für die Geschiebelieferung und die Ausscheidung von Murganganrissen relevanten Rutschungen ausgeschieden. Bis auf die Kategorien Sturzprozesse, inaktive Rutschungen, schnelles Fliesen sowie die nur als Punkte ausgeschiedenen Rutschungen wurden alle Einheiten verwendet.

Grundlage für die Bodenbedeckung bildete die wald- und weidewirtschaftliche Realnutzungskarte aus dem Jahr 2001. Aus der Realnutzungskarte wurden folgende relevante Bodenbedeckungs-Klassen abgeleitet:

- Fels (Code 41000)
- Offener Schutt (Code 42000)
- Gletscher (neben der Kategorie Gletscher aus der Realnutzung (Code 43000) wurden auch die Gletscherflächen aus dem Gletscherinventar des Hydrografischen Amtes verwendet)

Als Grunddatensatz für das Gewässernetz wurde der Datensatz zu den öffentlichen Fließgewässern verwendet (Stand April 2006). Auf dem Gewässernetz wurden die Fließrichtungen und die Fließstruktur geprüft.

Als digitales Geländemodell stand der Datensatz mit einer räumlichen Auflösung von 20 x 20 m zur Verfügung (Stand 1999). In einem ersten Schritt wurden alle abflusslosen Senken (sinks) bis zu 5 m Tiefe aufgefüllt.

2.3.2.2 Reliefanalyse

Ziel der Reliefanalyse war es, die für die Modellierung notwendigen Reliefparameter zu berechnen und ein mit dem digitalen Höhenmodell (DEM) konsistentes Gerinne- und Runsennetz abzuleiten. Mit Hilfe von Standard-GIS-Funktionen wurden Hangneigung, Exposition und Wölbung (Curvature) sowie Fließrichtung und Einzugsgebietsgröße berechnet. Die Fließrichtungen wurden im Bereich der Gerinne, die im Gewässernetz enthalten sind, so korrigiert, dass sich das korrekte Gewässernetz aus dem DEM abbilden lässt. Die mit Hilfe der GIS-Funktionen berechnete Fließrichtung liefert für jede Rasterzelle nur einen Nachfolger. Für die Abbildung von Wasserflüssen im Boden sollte jedoch ein Verfahren verwendet werden, das neigungsabhängig mehrere Nachfolger liefert (multiple flowdirections, MFD) und darauf basierend die Einzugsgebietsgröße berechnet. Um diese zu berechnen, wurde ein von geo7 entwickeltes Programm verwendet, das auf dem Ansatz für die Berechnung des Topindex (Beven et al. 1995) basiert.

Auf der Basis der Einzugsgebietsgröße, der Wölbung und der Durchlässigkeit wurden Ansatzpunkte von Runsen herausgefiltert. Ausgehend von diesen Punkten wurden die linearen Fließwege aus dem DEM abgeleitet, wobei anschließend nur schwach ausgebildete Runsen wieder eliminiert wurden. Ausgehend von diesem Runsen- und Gerinnenetz wurden anschließend die Einzugsgebiete für jeden Runsenabschnitt auf Basis des DEM ausgeschieden.

2.3.2.3 Ermittlung Geschiebepotenzial

Die Grundlage für die Beurteilung der Geschieberelevanz bildeten geologische Daten (Geologie und Lithologie) und die Reliefverhältnisse (Böschungen, Hanglänge und Hangneigung). Mit einfachen Grenzwertkriterien konnte die Geschieberelevanz von Einzugsgebieten klassiert werden. Die Abschätzung des Geschiebepotenzials erfolgte mit einem Geschiebelieferungsmodell. Darin wurden diejenigen Flächen ausgeschieden, die durch Sturz-, Rutsch- oder Spülprozesse Material in eine Runse oder in ein Gerinne liefern können. Dabei bildeten Kenntnisse über den oberflächennahen Untergrund eine wichtige Grundlage.

Die gerinnenahen Bereiche, von denen Material über Ufererosion, flachgründige Rutschungen und Spülprozesse in die Gerinne gelangt, wurden aufgrund der Hangneigung ausgeschieden. Ausgehend von den Gerinnen und Runsen wurde geprüft, ob die Hangneigung der unmittelbar anschließenden Rasterzellen über dem definierten Grenzwert liegt. Dieses Verfahren wurde iterativ fortgesetzt bis die Hangneigung unter den Grenzwert sinkt oder eine maximale Distanz, die vorher festgelegt wurde, überschritten wurde. Der Hangneigungsgrenzwert wurde dabei von den geologischen Bedingungen der Oberflächenbeschaffenheit abhängig gemacht. Die maximale Distanz wurde auf 13 Pixel zu 20 Meter festgelegt.

Für die Ausscheidung der für die Geschiebelieferung relevanten Rutschgebiete wurde von den vorselektierten Rutschungen ausgegangen. Nicht berücksichtigt wurden die Kategorien, die eher Gerinneprozessen zuzuordnen sind. Es handelt sich hier um die Kategorien „schnelles Fließen“ und „komplexe Massenbewegung“. Diese umfassen sowohl Anrissgebiete als auch Auslaufgebiete von Rutschungen und Muren. Der größere Teil dieser Flächen wurde über die normale Böschungsausscheidung erfasst. Als geschieberelevant wurden Flächen mit einem Gerinneanschluss bis zu einer Distanz von 13 Pixel zu 20 m ausgeschieden.

Die Ausscheidung der geschieberelevanten Sturzquellen erfolgte mit einem einfachen Pauschalgefälle-Ansatz. Felsflächen, die steiler als 34° sind und deren Pauschalgefälle (Gefälle gemessen zwischen oberstem Anrisspunkt und dem untersten Punkt der Ablagerung, respektive bis zu einem interessierenden Punkt) bis zum nächsten Gerinne oder zur nächsten Runse mehr als 32° beträgt, wurden als geschieberelevant ausgeschieden. Die maximale Distanz zwischen Runse und geschieberelevanter Sturzquelle wurde auf 1000 m festgelegt.

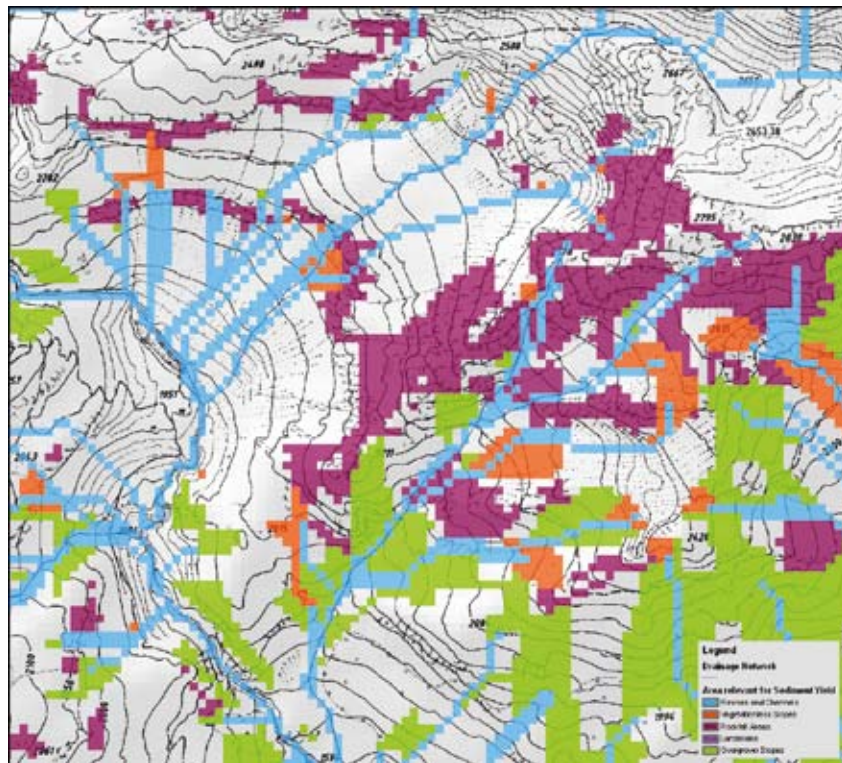


Abb. 2-5: Geschieberelevante Flächen

Um bezüglich der Bedeutung für die Geschiebelieferung differenzieren zu können, wurden die geschiebeliefernden Flächen gewichtet. Gewichtungsfaktoren waren die Art der Geschiebequellen (instabile Hänge, Böschungen, Sturzquellen) und die geologische Charakterisierung (Verwitterbarkeit).

Flächentyp	Gewicht
Offener Schutt	1.0
Lockermaterial vegetationsbedeckt	0.05
Rutschungen	0.5
Sturzquellen:	
hohe Produktivität	0.7
mittlere Produktivität, Südsektor, Höhe > 2500 m ü.M.	0.7
mittlere Produktivität, Nordsektor, Höhe > 2500 m ü.M.	0.5
mittlere Produktivität, restliche Flächen	0.3
geringe Produktivität, Südsektor, Höhe > 2500 m ü.M.	0.2
geringe Produktivität, restliche Flächen	0.1

Tab. 2-4: Gewichtung der geschiebeliefernden Flächen

In den Gerinnen wurde eine Gewichtung aufgrund der Gerinnecharakteristik vorgenommen. Unterschieden wurden drei Gerinntypen: Gerinne in instabilen Hängen, Gerinne im Fels und übrige Gerinne. Diese Gewichte wurden entlang der aus dem DHM abgeleiteten Fließrichtungen zur gewichteten geschieberelevanten Fläche aufsummiert.

Am Schluss stand für jedes Gerinnepixel ein Geschiebewert (gewichtete geschieberelevante Fläche in m²) aus dem gesamten Einzugsgebiet oberhalb zur Verfügung.

2.3.2.4 Simulation Murgang

Die Simulation der Murgangprozesse beinhaltet die Ausscheidung von Murganganrissen, die Modellierung der Trajektorien und die Bestimmung der Reichweite. Das Auftreten von Murgängen ist primär eine Frage der Materialverfügbarkeit und der Stabilität des Lockermaterials. In den meisten Fällen entstehen Murgänge im Zusammenhang mit hydrologischen Ereignissen. Dabei können verschiedene Anrissmechanismen respektive Anrisstypen unterschieden werden:

- Anrisstyp 1: Anrisse in Steilhängen mit wenig konsolidiertem Lockermaterial (Moränen oder glaziale Talverfüllungen). Der Anbruchmechanismus besteht in einer Übersättigung des Lockermaterials mit nachfolgendem Abgleiten.
- Anrisstyp 2: Anrisse im Kontaktbereich von steilen Felswänden und Schutthalden. In den Felswänden wird das Wasser konzentriert und gelangt anschließend in die Schutthalden, wo es zu Hanginstabilität oder Instabilität der Bachsohle kommen kann.
- Anrisstyp 3: Anrisse in Felscouloirs, welche mit Moränenmaterial gefüllt sind.
- Anrisstyp 4: Anrisse in steilen Gerinneabschnitten.

Die verschiedenen Anrisstypen erfordern unterschiedliche Parameter. Die entsprechenden Parameter wurden im Rahmen einer EU-Studie (Zimmermann et. al. 1996) ermittelt.

Anrisszone	Voraussetzungen
Anrisszone 1	- Vorkommen von offenem Schutt - Hangneigung zwischen 27° und 38° - EG-Grösse mindestens 0,5 ha
Anrisszone 2	- Vorkommen von offenem Schutt - Hangneigung > 25° - EG-Grösse mindestens 0,5 ha - Fels oberhalb der Anrisszone
Anrisszone 3	- Anrissbedingungen wie bei Anrisszone 4
Anrisszone 4	- Grenzgefälle für Murganganrisse wird erreicht

Tab. 2-5: Parameter für die Ausscheidung von Murganganrissgebieten

Für Murganganrisse in Gerinnen besteht ein Zusammenhang zwischen Anrissgefälle und der Größe des Einzugsgebietes oberhalb des Anrisses (Abbildung 2-6). Die Mobilisierung von Geschiebe hängt einerseits von der Stabilität des Lockermaterials im Gerinne, andererseits von der Schleppspannung des Wassers ab. Je näher die Neigung eines Lockermaterialdepots am Grenzgefälle liegt, umso geringere Schleppspannungen genügen für die Geschiebemobilisierung. Das Grenzgefälle für Murganganrisse in Gerinnen kann mit nachfolgender Beziehung beschrieben werden:

$$J_{\text{Start}} = 0.32 * EG^{-0.2}$$

Je kleiner das Einzugsgebiet oberhalb eines Gerinneabschnittes ist, umso steiler muss der Gerinneabschnitt sein, damit Murgänge entstehen können. Murganganrissstrecken werden zudem ausgeschieden, wenn Rutschungen das Gerinne verstopfen können und das Einzugsgebiet oberhalb der Stelle mindestens 2 km² beträgt.

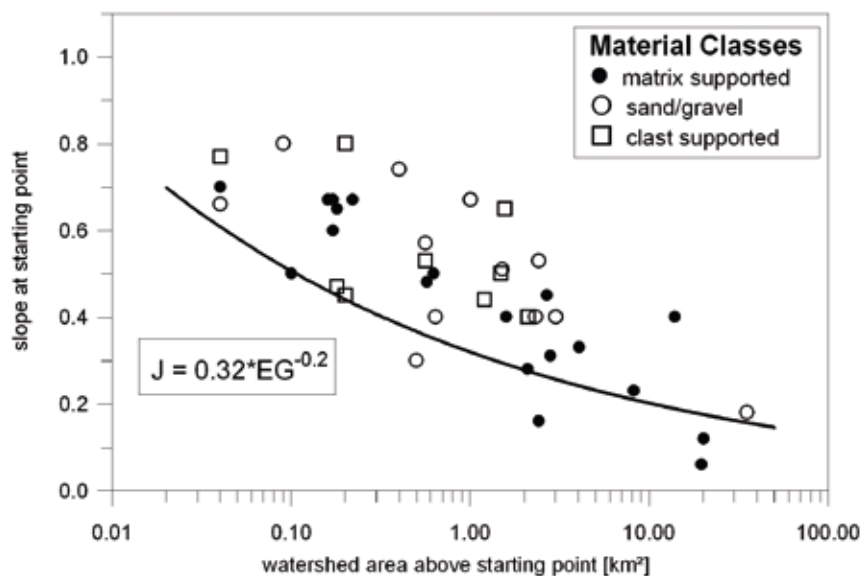


Abb. 2-6: Bedingungen für Murganganrisse im Gerinne

Sind die Bedingungen für Murganganrisse nicht erfüllt, wurde davon ausgegangen, dass nur geschiefeführende Hochwasser möglich sind.

Die Reichweite der Murgänge wurde mit Hilfe eines auf dem Voellmy-Lawinenmodell basierenden 2-Parametermodells (vgl. Perla et al. 1980) abgeschätzt. Das Modell berechnet abschnittsweise die Geschwindigkeit eines Murganges entlang des Fließweges. Die maximale Reichweite ist erreicht, wenn die Fließgeschwindigkeit den Wert 0 erreicht. Neben dem mittleren Gefälle pro Abschnitt basiert das Modell auf zwei Reibungsparametern: einem Gleitreibungswert μ und einem Wert der inneren Reibung M/D (mass to drag ratio, gemäß Perla et al. 1980; erfahrungsgemäß fix gewählt). Der Gleitreibungswert ist unter anderem von der Einzugsgebietsgröße (Abflussmenge) abhängig. Je mehr Wasser zur Verfügung steht, umso dünnflüssiger wird der Murgang und umso größer ist die Reichweite. In Abbildung 2-7 sind zwei Funktionen dargestellt. Die Funktion für den mittleren Wert wird für kleinere Murgänge (gewichtete geschieberelevante Fläche < 5 ha) verwendet. Für größere Murgänge wird die Funktion für den Grenzwert verwendet.

mittlerer Wert: $\mu = 0.18EG^{-0.30}$

unterer Wert: $\mu = 0.13EG^{-0.35}$

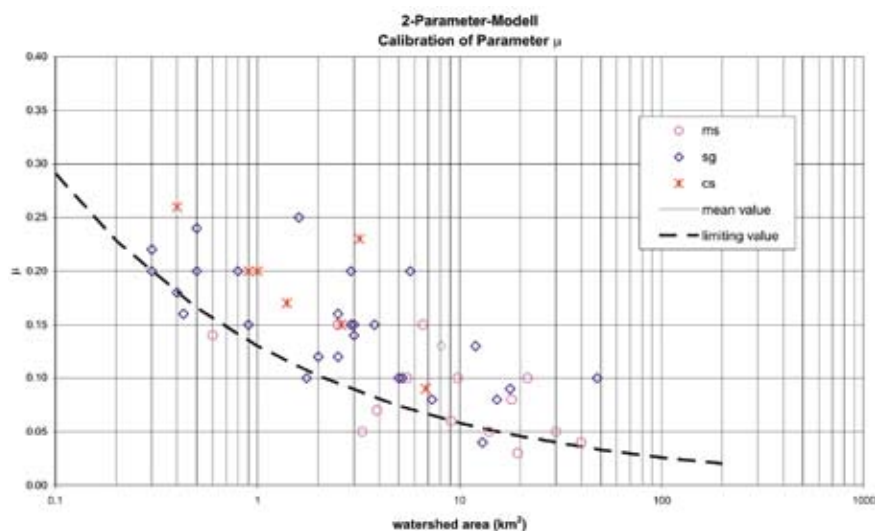


Abb. 2-7: Gleitreibungswert μ für kleinere und große Murgänge in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgröße

Für die Simulation der Ausbreitung wurde ein „random walk“ Ansatz gewählt. Beim „random walk“ Ansatz wird der Nachfolger einer Rasterzelle zufällig gewählt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Rasterzelle als Nachfolger gewählt wird, ist einerseits von der Hangneigung abhängig, andererseits von der bisherigen Fließrichtung des Prozesses (Persistenz). Für die Auswahl der möglichen Nachfolger einer Rasterzelle wird der „multiple flowdirection“ Ansatz verwendet (Heinimann et al. 1998). Dieser Ansatz berücksichtigt einerseits einen Grenzwinkel, ab welchem eine Ausbreitung überhaupt möglich ist, andererseits die Neigungen zu den umliegenden Zellen. Die Auswahl der möglichen Nachfolger erfolgte durch einen Vergleich der maximalen Neigung zu einer Nachbarzelle mit der Neigung zu allen anderen Nachbarzellen nach folgender Formel.

$$N_i = \begin{cases} 1 \dots \text{wenn} \frac{\tan(\beta_i)}{\tan(\beta')} \geq \left(\frac{\tan(\beta_{\max})}{\tan(\beta')} \right)^a \\ 0 \dots \text{wenn} \frac{\tan(\beta_i)}{\tan(\beta')} < \left(\frac{\tan(\beta_{\max})}{\tan(\beta')} \right)^a \end{cases} \quad (1)$$

- N_i ... Nachfolger
- β_i ... Neigung zum Nachbarpixel i
- β' ... Grenzgefälle für den Beginn der Ausbreitung
- β_{\max} ... maximales Gefälle zu einem Nachbarpixel
- a ... Exponent für die Ausbreitung

Der Ausbreitungsexponent steuert die Stärke der Ausbreitung unterhalb des Grenzgefälles. Je größer der Exponent, umso mehr Pixel sind potenzielle Nachfolger im „random walk“ Modell (Abbildung 2-8). Für die Simulation im Pilotgebiet wurden ein Grenzgefälle für die Ausbreitung von 20° und ein Ausbreitungsexponent von 2 gewählt.

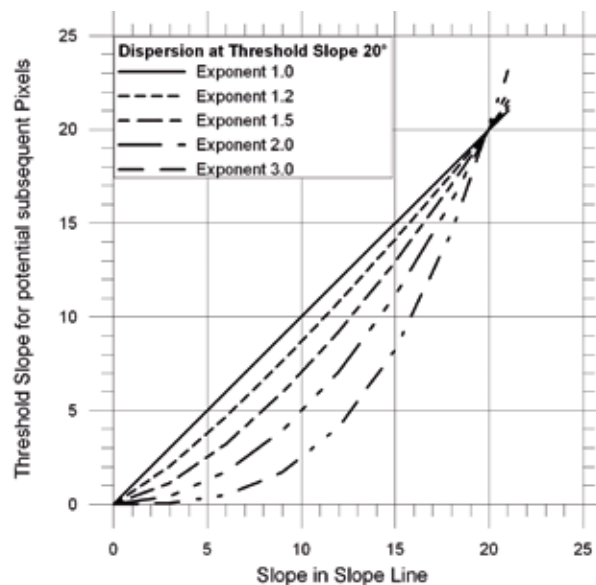


Abb. 2-8: Grenzneigung in Abhängigkeit des Ausbreitungsexponenten im „random walk“ Modell

Die Murgang-Reichweite und Murgang-Ausbreitung wurde mit einem GIS-gekoppelten C-Programm simuliert. Die Simulation umfasst drei Hauptschritte:

- In einem ersten Schritt wurden die möglichen Murgangstrajektorien ohne Berücksichtigung der Reichweite ermittelt. Dazu wurde, ausgehend von einem Startpixel (Murganganriss-Pixel) mit Hilfe des Pauschalgefälle- und des random walk Ansatzes eine mögliche Murgangstrajektorie ermittelt. Die Trajektorien wurden mit X/Y-Koordinaten und zusätzlichen Bahnparametern, das heißt Δh , Δl und die Einzugsgebietsgröße in eine Tabelle geschrieben. Für das Pauschalgefälle wurde dabei ein sehr niedriger Wert gewählt, um sicherzustellen, dass alle notwendigen Werte für die anschließende Reichweitensimulation gewonnen werden.
- Im zweiten Schritt wurde, basierend auf der Tabelle mit den Bahnparametern, mit Hilfe des 2-Parameter-Modells die Reichweite eines Murganges simuliert.

- In einem dritten Schritt wurde die berechnete Trajektorie in ein Generate-File herausgeschrieben, aus dem anschließend ein Shapefile erstellt werden kann. Diese Schritte werden für jedes Startpixel mehrmals durchlaufen. Das „random walk“ Modell liefert dabei im Ausbreitungsgebiet verschiedene mögliche Auslaufstrecken. Im Projekt wurden für jedes Startpixel 100 Simulationen durchgeführt. Diese Trajektorien können anschließend mit dem Schadenpotenzial verschnitten werden. So können alle schadenpotenzialrelevanten Trajektorien herausgefiltert werden.

2.3.2.5 Simulation Übersarung

Erster Schritt für die Simulation der Übersarungsprozesse war die Ermittlung von potenziellen Ausbruchstellen. Entlang eines Gerinnes treten immer wieder Kapazitätsengpässe auf, die bei Hochwasser zu einem Ausufer führen können. Diese Stellen sind:

- der Anfang einer Eindolungsstrecke,
- die Durchlässe und Brücken,
- die Gerinneengpässe mit verminderter Kapazität.

Die Ausbruchstellen wurden mittels der vorhandenen Grundlagen (Strassen- und Bahnnetz, vektorisiertes Gewässernetz) automatisch herausgefiltert (Abbildung 2-9). Es besteht die Möglichkeit, die Ausbruchstellen anschließend zu verifizieren und unproblematische Stellen zu löschen bzw. zusätzliche Stellen hinzuzufügen. Während der Modellierung wird für jedes Gerinnepixel geprüft, ob bei der berechneten Fliessrichtung mehrere Abflusswege (multiple flow directions) möglich sind. War dies über eine gewisse Gerinnestrecke der Fall, wurde das Pixel, bzw. der Abschnitt, als weitere Ausbruchstelle (reliefbedingte Ausbruchstelle) ausgeschieden. Jede Ausbruchstelle wurde mit einer eindeutigen ID versehen.

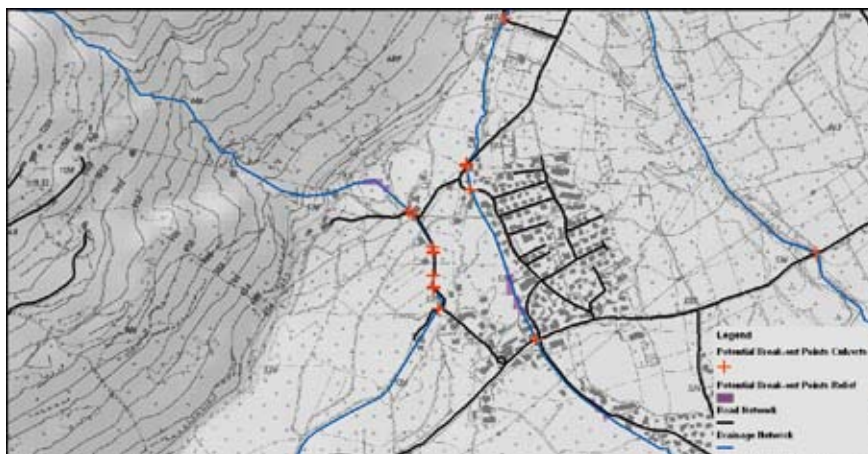


Abb. 2-9: Ausscheidung von Ausbruchstellen für die Übersarungssimulation

In einem zweiten Schritt wurde die Ausbreitung des Geschiebes simuliert. Entscheidend für die Simulation der Übersarungsflächen ist die Fliessrichtung in der Ebene. Dabei kam, wie bei der Murgangausbreitung auf dem Kegel, der „multiple flowdirections“ Ansatz zur Anwendung. Ausgehend von den definierten Ausbruchstellen wurde in einem iterativen Verfahren die Ausbreitung in der Fläche simuliert. Dabei wurde an jeder Ausbruchstelle das Verfahren neu gestartet. Das heißt, dass weiter oben erfolgte Wasser- und Geschiebeaustritte nicht berücksichtigt wurden. An einer potenziellen Ausbruchstelle erfolgte nur dann eine Übersarung,

wenn verschiedene prozessspezifische Kriterien erfüllt sind. Die Startkriterien wurden aufgrund der topografischen und geologischen Gegebenheiten festgelegt:

Mindestgröße für das Einzugsgebiet: Die Einzugsgebietsgröße ist eine Hilfsgröße, über welche das im Hochwasserfall mögliche Wasservolumen einfließt. Es wurde davon ausgegangen, dass das Einzugsgebiet eine minimale Größe aufweisen muss, damit über den Niederschlag genügend Wasser in die Gerinne gelangen und dort für die Geschiebemobilisierung wirksam werden kann.

Maximale Gerinneneigung, bei der noch „multiple flowdirections“ auftreten: Eine flächenhafte Ausbreitung von Geschiebe findet nur bei relativ flachen Verhältnissen ($< 8^\circ$) statt. Bei steilen Verhältnissen fließen Wasser und Geschiebe linear ab (single flow).

Minimale Gerinneneigung: Das Kriterium der Gerinneneigung wird verwendet um die Simulation der Prozesse auf die steilen Gewässer ($J > 2\%$) zu beschränken.

Minimale geschieberelevante Fläche: Mit der Beschränkung der geschieberelevanten Fläche auf 500 m^2 wurde verhindert, dass kleinste Übersarungsflächen abgebildet werden. Diese sind im Zielmaßstab der Gefahrenhinweiskarte nicht mehr darstellbar.

Die Ausbreitung von Geschiebe ist abhängig von der Topografie (Neigung) und des zur Verfügung stehenden Geschiebeangebots. Ist einer der beiden Faktoren nicht mehr gegeben, stoppt der Prozess. Die Ausbreitung wird abgebrochen, wenn:

- die Hangneigung unter 2% fällt,
- eine maximale Ausbreitungsdistanz erreicht ist, welche in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgröße und des vorhandenen Geschiebepotenzials berechnet wird,
- ein Gewässer erreicht wird, dessen Einzugsgebiet mindestens doppelt so groß ist.

Für die Erstellung der Karten wurden die Prozessflächen generalisiert. Bei den Murgangstrajektorien umfasste die Generalisierung folgende Schritte:

- Umwandlung der Vektor-Trajektorien in Raster (Zellengröße 10 m)
- Puffern der Rasterflächen um 2 Rasterzellen
- Ermittlung von Inseln in den Prozessflächen
- Berechnung der Neigung und Wölbung für die Inselnflächen
- Eliminierung von Inseln < 300 Rasterzellen und mittlere Hangneigung $< 15^\circ$ und Wölbung < 0.5 . Damit bleiben markante Rippen in den Einzugsgebieten und auf den Murgangkegeln als Inseln erhalten
- Reduktion der gepufferten Prozessflächen um eine Rasterzelle

Für die Übersarungsflächen wurde folgendes Generalisierungsverfahren angewendet:

- Zusammenfassung von sich überlagernden Prozessflächen
- Selektion von Inseln $< 30 \text{ ha}$ und Zuordnung zu den Übersarungsflächen
- Vereinfachung der Flächen mit „dissolve“
- Elimination von Seeflächen

Die so angepassten Geometrien bildeten die Grundlage für die Karten, welche auf Papier und als pdf-Files erstellt wurden.

2.3.3 Ergebnisse

Ergebnisse des Verfahrens waren eine Gefahrenhinweiskarte für den Prozess Murgang und eine Gefahrenhinweiskarte für den Prozess Übersarung. Sie zeigt für das ganze Gebiet der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol diejenigen Gebiete, die durch Murgänge und Übersarung bei einem extremen Ereignis betroffen sein können. Die Karte gibt damit einen Hinweis auf eine mögliche Gefährdung, liefert aber keine spezifischen Aussagen zur Intensität der Gefahr und zu deren Eintretenswahrscheinlichkeit.

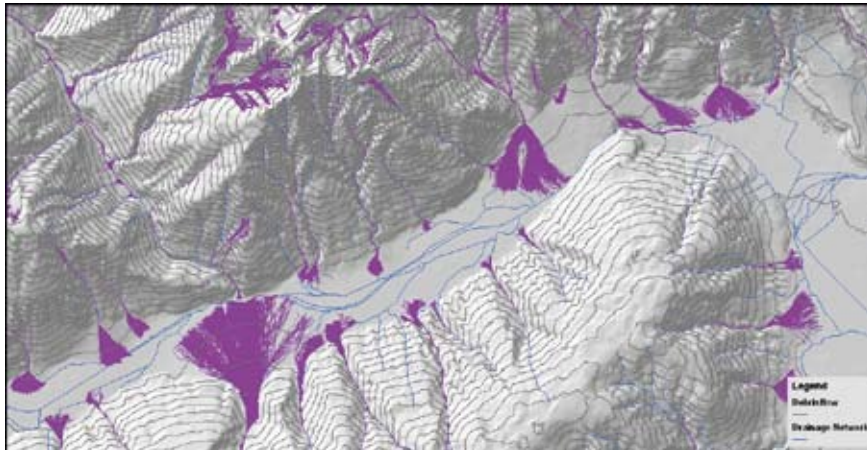


Abb. 2-10: Trajektorien aus der Murgang-Simulation, Kartenausschnitt bei Naturns

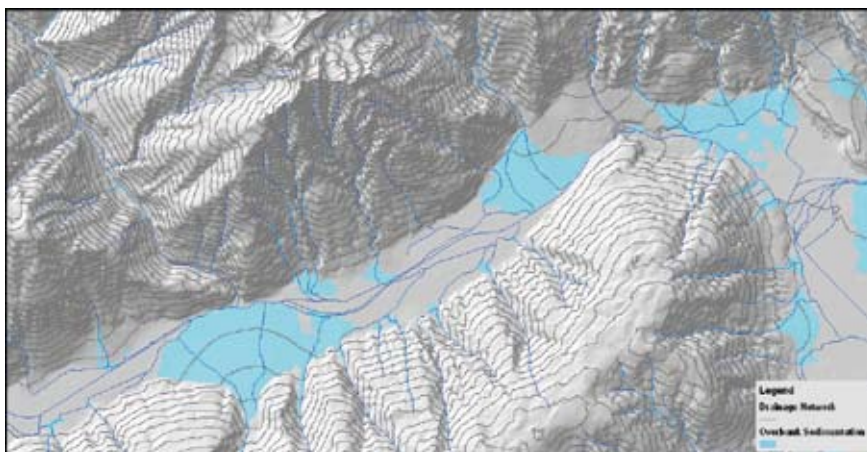


Abb. 2-11: Prozessflächen aus der Übersarungssimulation, Kartenausschnitt bei Naturns

Die Ergebnisse sind sowohl in Kartenform als auch in digitaler Version verfügbar. Die digitale Version der Gefahrenhinweiskarten beinhaltet folgende Datensätze:

- Geschieberelevante Flächen
- Startpunkte für Murgangtrajektorien
- Murgangtrajektorien
- Murgangflächen
- Startpunkte für Übersarungsprozesse
- Übersarungsflächen

2.3.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Grundsätzlich erscheinen die zur Verfügung gestellten Grundlegendaten für die Simulation von Murgang- und Übersarungsprozessen auf Stufe Gefahrenhinweiskarte geeignet. Alle Datensätze konnten in die für die Simulation benötigte Form überführt werden. Am ehesten ein Problem stellte das relativ grobe digitale Höhenmodell dar. Grundsätzlich weist das Höhenmodell eine sehr gute Qualität auf, doch lassen sich mit der Auflösung von 20 m kleinere räumliche

Strukturen nicht oder nur ungenügend auflösen. Schwächer ausgebildete Tiefenlinien konnten im digitalen Höhenmodell nicht abgebildet werden. Dies führte dazu, dass Rensenverläufe teilweise falsch berechnet wurden oder vollständig fehlen. Die reduzierte Reliefauflösung führte stellenweise dazu, dass Prozesstrajektorien in Gebieten simuliert wurden, in die sie wahrscheinlich in Realität nicht gelangen könnten. Mit Ausnahme der Parameteranpassungen, die aufgrund der gröberen DEM-Auflösung vorgenommen werden mussten, konnte mit dem für alpine Gebiete üblichen Parametersatz gerechnet werden.

Bei der Übersarung konnte das bestehende Modell so erweitert werden, dass für jede Ausbruchsstelle individuelle Übersarungsflächen ausgeschieden werden konnten. Die Flächen sind mit der ID der Ausbruchsstelle codiert. So können Flächen, die auf nicht relevanten Ausbruchsstellen basieren, wegselektiert werden.

Die Ergebnisse der Simulationen im Pilotgebiet wurden durch die Abteilung Wasserschutzbauten überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass mit dem gewählten Verfahren murfähige Gerinne mit großer Zuverlässigkeit ausgeschieden wurden. Die von Murgängen betroffenen Flächen wurden als eher groß erachtet. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass in einer Gefahrenhinweiskarte nicht ein einzelnes Ereignis abgebildet wird, sondern möglichst die Gesamtheit aller möglichen Ereignisse. Damit kann auch sichergestellt werden, dass alle für die detaillierte Bearbeitung in Frage kommenden Flächen erfasst wurden.

Literatur

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2001): Realnutzungskarte „REA“ Ausgabe 2001, Maßstab 1:10'000. Beschreibung 1. und 2. Los. Bozen.

Beven, K.J., Lamb, R., Quinn, P., Romanowicz, R., Freer, J. (1995): TOPMODEL. In: Singh, V.P. (ed.) Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Co.

Gamma, P. (2000): dfwalk – Ein Murgang-Simulationsprogramm zur Gefahrenzonierung. Geographica Bernensia G66. Bern.

Heinimann, H., Hollenstein, K., Kienholz, H., Krummenacher, B., Mani, P. (1998): Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. BUWAL, Umwelt-Materialien Nr. 85, Naturgefahren. Bern.

Perla, R., Cheng, T.T., Mc Clung, D.M., (1980): A two parameter model of snow avalanche motion; Journal of Glaciology, 26(94), 197-208.

Zimmermann, M., Mani, P., Gamma, P. (1997): Murganggefahr und Klimaänderung – ein GIS-basierter Ansatz. Projektschlussbericht im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes „Klimaänderungen und Naturkatastrophen in der Schweiz“ NFP31. Zürich.

Zimmermann, M., Mani, P., Kienholz, H., Romang, H. (1996): Debris flows. In: EC Environment Research Program, Contract Ev5V-CT94-0453: Contribution to the reduction of debris flow damage, with the analysis of triggering factors, initiation, propagation and deposition phenomena, in the Alpine region.

2.4 Gefahrenhinweiskarte Talflüsse – Prozess Überschwemmung

Claudio Volcan, Hanspeter Staffler

2.4.1 Einführung

Die Überschwemmung mit Geschiebetransport stellt das charakteristische hydrogeologische Phänomen der Talflüsse dar. Die von diesen Prozessen ausgehenden Gefahren werden vorwiegend über Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe im überschwemmten Bereich definiert.

Aufgrund der Morphologie der ebenen Talböden werden meist weite Flächen betroffen, wobei die Tiefe der Überschwemmung durchaus einige Meter erreichen kann.

Die Gefahrenhinweiskarte Talflüsse wurde im Zuge von IHR für das gesamte Südtiroler Landesgebiet erstellt. Diese Gefahrenhinweiskarte gibt die Schwachstellen des Abflusssystems und die potenziellen Überschwemmungsflächen wieder, welche aufgrund numerischer Modelle näherungsweise berechnet wurden. Die Karte wurde ohne Hinweis auf die gegebene Wiederkehrdauer der Ereignisse erstellt, sondern durch die Untersuchung der Abflusskapazität in den unterschiedlichen Abschnitten des Gewässernetzes. Dadurch war es möglich, alle potenziellen Schwachstellen im System und die größtmögliche Ausdehnung der Überflutungsflächen zu definieren.

Im Zuge dieses Projekts wurden für die Bestimmung der Schwachstellen zwei unterschiedliche Verfahren entwickelt, durch deren Ergänzung eine ausreichende Kenntnis des Abflussgeschehens im Talboden bei extremen Hochwasserereignissen erworben wurde. Dabei wurden auch mögliche Dammbürche berücksichtigt.

2.4.2 Methode

Die Methode zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarte Talflüsse besteht aus zwei grundlegenden Phasen. In der ersten Phase wurden die möglichen Ausuferungsursachen und alle möglichen Schwachstellen bestimmt. In der zweiten Phase wurden die von diesen Schwachstellen ausgehenden Überschwemmungsprozesse identifiziert und abgegrenzt.

2.4.2.1 Phase 1 - Schwachstellenanalyse

Die Schwachstellenanalyse dient der Bestimmung der Stellen im hydrografischen Netz im Talboden, an denen es bei Hochwasser zu Ausuferungsereignissen kommen könnte. Die von der Abteilung Wasserschutzbauten entwickelte Methode basiert einerseits auf der hydraulischen Analyse der betrachteten Flussabschnitte und andererseits auf der qualitativen Bewertung des Zustandes der Dammkörper.

Es wurden verschiedene Kategorien und Unterkategorien für die Schwachstellen festgelegt:

- 1) Schwachstellen infolge eines unzureichenden Abflussquerschnitts:
 - a) Unzureichende Geometrie des Gerinnes
 - b) Abflusshemmende Querwerke (lokale Verengungen)
 - i) Brücken
 - ii) Durchlässe

- 2) Schwachstellen infolge unzureichender Standfestigkeit der Dammkörper:
 - a) Bekannte Altarme
 - b) Bekannte Qualmtrichter
 - c) Historische Dammbuchstellen
 - d) Fehlen von Abdichtungs- oder Sicherungsmaßnahmen
 - i) Hochdruckinjektionen
 - ii) Stahlspundbohlen
 - iii) Gegendämme

Die Schwachstellen der Kategorien (1) und (2) sind vollkommen unterschiedlicher Natur: Kategorie (1) ist an die hydraulische Dimensionierung der Abflussquerschnitte und der vorhandenen Querwerke gebunden, Kategorie (2) hängt von geotechnischen Stabilitätskriterien ab. Diesbezüglich war es erforderlich, zwei verschiedene Vorgehensweisen zu entwickeln.

Verfahren zur Bestimmung der Schwachstellen der Kategorie (1)

Die Schwachstellen der Kategorie (1) wurden durch eine hydraulische Analyse des hydrographischen Netzes unter Annahme eines stationären Abflusses und unter Berücksichtigung von Strömungshindernissen wie Brücken oder Durchlässen (in der Folge wird nur von Brücken die Rede sein, jedoch sind beide Bauwerkstypen gemeint) berechnet. Die Bedingungen einer stationären Strömung sind dann gegeben, wenn alle partiellen Ableitungen nach der Zeit gleich Null sind, d.h. wenn es keine Änderungen der lokalen Eigenschaften des Strömungsfeldes in der Zeit gibt. Dies ist durch folgende Gleichung beschrieben

$$\frac{\partial}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

in der t die Variable Zeit darstellt.

Wird die Kontinuitätsgleichung angewandt (x stellt die Längskoordinate entlang der Fließrichtung dar, A ist die benetzte Fläche, Q die Abflussmenge),

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = Q_{\text{lat}} \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial x} = Q_{\text{tot}} \quad (2)$$

so wird angenommen, dass zur Einstellung einer stationären Strömung der Durchfluss Q, abgesehen seitlicher Abflussspenden Q_{lat} , im Raum konstant verteilt ist. Für die in diesem Projekt vorgesehene Anwendung können die seitlichen Zuflüsse ($Q_{\text{lat}} = 0$) vernachlässigt werden, sodass die Annahme für die Stationarität wie folgt beschrieben wird:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

Unter Anwendung der Energiegleichung gilt unter stationären Bedingungen:

$$H = z_b + Y + \frac{U^2}{2g} \quad \text{Gesamtenergiehöhe (Bernoulli-Trinom)} \quad (4)$$

$$E = Y + \frac{U^2}{2g} \quad \text{Gesamtenergiehöhe bezogen auf die Sohle} \quad (5)$$

Wird der Bezugsabfluss Q definiert, dann gilt:

$$E = Y + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (6)$$

Die Gesamtenergiehöhe bezogen auf die Sohle ist nur von Q und der Tiefe Y abhängig, da die benetzte Querschnittsfläche A nur von der Tiefe Y abhängt.

Das Energieerhaltungsprinzip im Fall einer stationären Freispiegelströmung wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$h_1 + 2 \frac{U_1^2}{2g} = h_2 + 2 \frac{U_2^2}{2g} + \Delta x \quad (7)$$

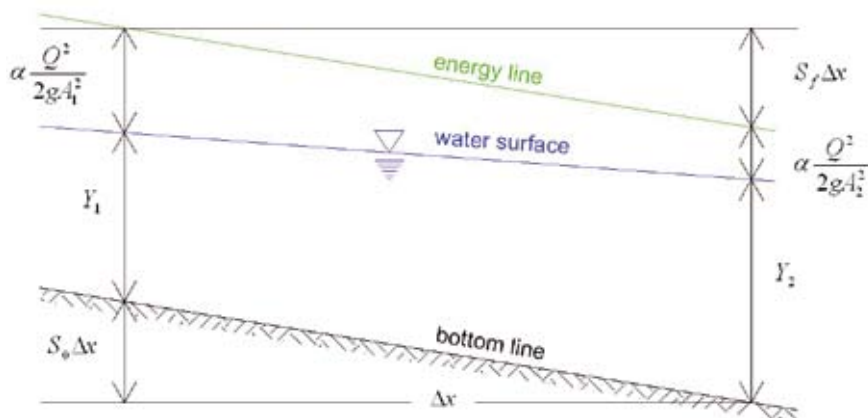


Abb. 2-12: Energiebilanz zwischen zwei Querschnitten eines Fließgewässers

Die Energiebilanz zwischen zwei Querschnitten eines Fließgewässers (vgl. Abbildung 2-12), wird folgendermaßen ausgedrückt:

$$h_1 + \alpha \frac{Q^2}{2gA_1^2} = h_2 + \alpha \frac{Q^2}{2gA_2^2} + \left(\frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \right) \Delta x \quad (8)$$

wobei:

h ... Kote der Wasseroberfläche gegenüber einer Referenzebene
(in der Regel auf 0 m.ü.d.M.)

α ... Coriolis-Koeffizient

S_f ... Energieverlust entlang des Gerinnes aufgrund der Turbulenz und des Strömungswiderstandes der Kanalwände (Rauigkeit).

Die Gleichung (7) wird mittels numerischer rekursiver Algorithmen gelöst, wobei sich h_2 ergibt, wenn h_1 bekannt ist (Auflösung von talauf- nach talabwärts, superkritische Strömung) oder es ergibt sich h_1 , wenn h_2 bekannt ist (von talab- nach talaufwärts integriert, subkritische Strömung).

Bei diesem Projekt wurde die Software HEC RAS vom Hydrologic Engineering Center (HEC) des US Army Corps of Engineers angewandt. Diese Software ermöglicht die monodimensionale Modellierung stationärer und nicht stationärer Strömungen in unregelmäßigen Gerinnen und stellt heute einen Standard in der hydrodynamischen Modellierung der Fließgewässer dar.

Die notwendigen Eingabedaten für das entwickelte Verfahren sind:

- das vektorielle hydrografische Netz, ausgedrückt durch 2D-Polylinien (x,y);
- ein ausreichend detailliertes, digitales Höhenmodell (DEM, Mindestraaster 2.5 x 2.5 m). Wenn die Daten zur Verfügung stehen, stellt ein TIN (Triangulated Irregular Network) eine weitere, verfeinerte Darstellungsmöglichkeit dar;
- der Bautenkataster, welcher die wichtigsten geometrischen Größen der Brücken enthält (Spannweite, Höhe, Geometrie der Brückenpfeiler).

Das angewandte Verfahren gründet auf folgende schematische Darstellung der Fließgewässer im Tal (Abbildung 2-13).



Abb. 2-13: Schematische Darstellung des hydrografischen Netzes im Tal: Jeder Ast ist mittels eines Indexes, jeder Querschnitt mittels eines Wertepaars (i,j) charakterisiert.

Zunächst wurden die Quellabschnitte des hydrografischen Netzes und die Abschnitte, welche zwischen den zwei folgenden Zusammenflüssen eingeschlossen sind, bestimmt. Jeder Abschnitt wurde mittels eines Indexes j charakterisiert; in der Regel wird es N Abschnitte geben. Innerhalb eines jeden Abschnittes wurden M_j bedeutende Flussquerschnitte S_{ij} (mit $i = 1, 2, \dots, M_j$) definiert.

Jeder Querschnitt wurde in der GIS-Umgebung von einem zur Flussachse hin senkrechtem Segment veranschaulicht. Das Verfahren sieht vor, die Querschnittsgeometrien automatisch aus dem DEM oder dem TIN erhalten zu können. Diese Operation, welche in der GIS JGrass – Umgebung vollständig automatisiert abläuft, ermöglicht die Erstellung der Flussquerschnitte im Format der HEC RAS Software. Abbildung 2-14 gibt einen automatisch generierten Querschnitt aus dem TIN wieder.

In jenen Fällen, bei denen topografische Aufnahmen von Querschnitten zur Verfügung standen, wurden die automatisch generierten Querschnitte mit den gemessenen Querschnitten ersetzt, sodass der Genauigkeitsgrad der verwendeten Geometrien erhöht werden konnte.

Die Algorithmen der JGrass-Software wurden hauptsächlich am Department für Ingenieurwesen und Wasserwirtschaft der Universität Trient sowie am CUDAM (Centro Universitario per la Difesa dell'Ambiente Montano) mit Sitz in Trient entwickelt. Das Zentrum der Entwicklungstätigkeit ist die Firma HydroloGIS aus Bozen; an der Entwicklung arbeiten auch andere Forscher am CUDAM in Trient und dem ICENS in Kingston. Ausgangspunkt von JGrass ist GRASS (Geographic Resources Analysis Support System), das heute größte open-source-Projekt im GIS-Bereich.

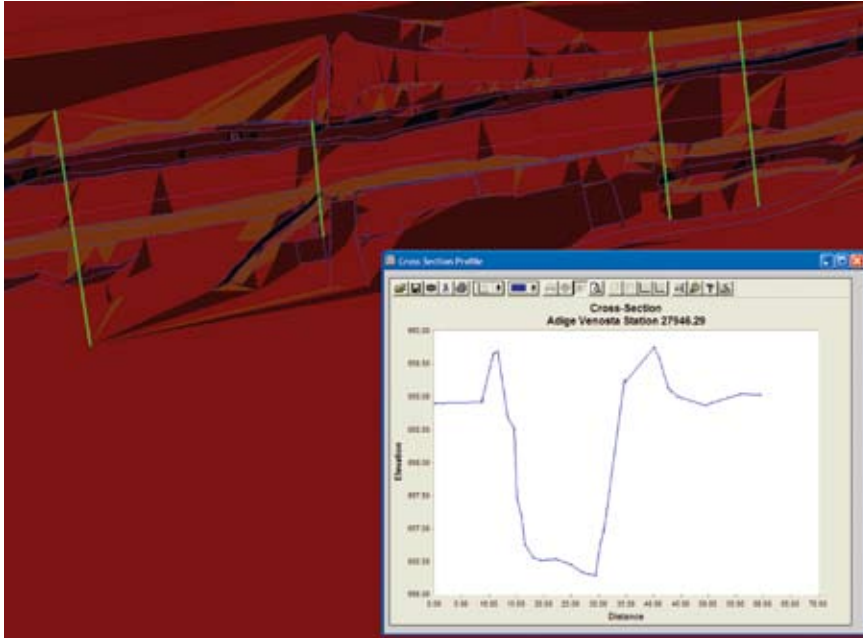


Abb. 2-14: Automatisch generierter Flussquerschnitt aus dem TIN-Geländemodell im Hec-Ras-Format (Etsch bei Goldrain, Vinschgau)

Hydraulische Modellierung

Jeder Abschnitt wurde unter Annahme einer stationären Strömung und unter Anwendung eines eindimensionalen Schemas, unabhängig von den anderen Abschnitten modelliert. Man erhält dadurch L_j Profile mit stationärer Strömung für eine breite Serie an steigenden Abflusswerten Q_{kj} (bei $k = 1, 2, \dots, L_j$), die die folgende Voraussetzung erfüllt ($Y_{eso\ ij} =$ maximal erlaubte Wasserspiegellage ohne Ausuferung im Querschnitt (i, j)):

$$Y_{ij}(Q_{1j}) < Y_{eso\ j} \quad \forall(i, j) \quad (9)$$

beim Abfluss Q_{1j} kommt es zu keiner Ausuferung im Abschnitt j

$$Y_{ij}(Q_{L_j}) > Y_{eso\ j} \quad \forall(i, j) \quad (10)$$

beim Abfluss Q_{L_j} kommt es zur Ausuferung in jedem Querschnitt des Abschnitts j .

Sind beide Bedingungen erfüllt, wird mit der Abflusserie Q_{kj} (bei $k = 1, 2, \dots, L_j$) der gesamte Bereich der im Abschnitt j zulässigen Durchflüsse abgedeckt.

Die anzuwendende Abflusssteigerung wurde für jeden Abschnitt aufgrund der Abweichung zwischen Q_{L_j} und Q_{1j} neu bestimmt. Dadurch wird eine passende Beschreibung der stationären Abflüsse für jeden Querschnitt garantiert. Die Modellierung wurde mittels Annahme von unendlich hohen Dämmen (d.h. unter Vernachlässigung möglicher Ausuferung) ausgeführt. Der Manning Wert wurde mit $0.03 \text{ s/m}^{1/3}$ als konstant angenommen, außer in jenen Strecken, bei denen geeichte Werte zur Verfügung standen.

Grenzabfluss

Die Abflusskapazität, oder der Grenzabfluss Q_{Grenz} eines Querschnitts wurde aufgrund der unter Annahme stationärer Bedingungen ausgeführten Simulationen bestimmt. Q_{Grenz} ist als der Grenzabflusswert definiert, bei dem weniger als 10 cm Freibord zwischen Wasserspiegel und Oberkante des niedrigsten Damms vorhanden sind. Es wurden zudem das orografische Ufer (rechtes, linkes oder beidseitig) bestimmt, an dem es zur Ausuferung kommt.

Bestimmung der Schwachstellen

Die Bestimmung der Schwachstellen wird für jeden Abschnitt j auf folgende Art und Weise durchgeführt:

- a. Bestimmung des maximalen Abflusses für den ersten Querschnitt (S_{1j});
- b. Berechnung des Bezugsdurchflusses für den ersten Querschnitt als $Q_{rif 1} = Q_{lim} \cdot (1 + p)$ wobei $p \in [0,1]$ eine prozentuelle Abflusszunahme darstellt und als bekannt angenommen wird (meist $p = 0.3$);
- c. Dabei wurde folgender wiederkehrenden Algorithmus eingesetzt:
Für jeden Abschnitt j:

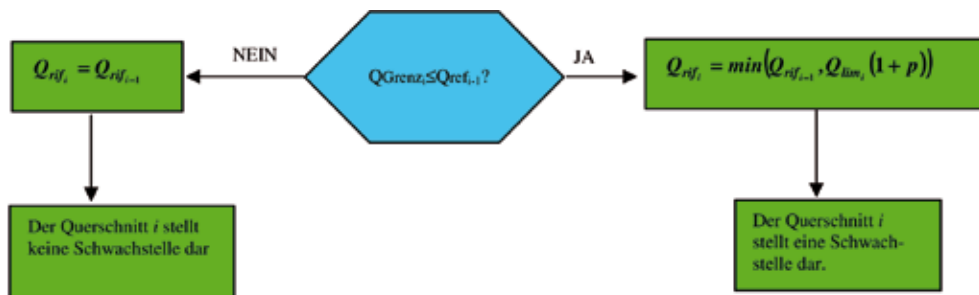


Abb. 2-15: Algorithmus für die Bestimmung der Schwachstellen

Der prozentuelle Zuwachs $p \in [0,1]$ wurde im Verfahren eingeführt, da bei einer Ausuferung nicht der gesamte ausufernde Abflussanteil rückgehalten wird, sondern ein Teil davon weiter entlang des Gerinnes abfließt. Man kann somit annehmen, dass der Gesamtabfluss, der flussabwärts von jedem Ausuferungspunkt abfließt, gleich $Q_{Grenz} (1+p)$ sei.

Flussabschnitte nach Zusammenflüssen

Der theoretisch größte Abfluss $Q_{i,max}$ der den ersten Flussquerschnitt nach dem Zusammenfluss zweier oder mehrerer Äste des Gewässernetzes im Talboden erreichen kann, entspricht unter Anwendung der hier dargestellten Methodik der Summe der einzelnen Zuflüsse, welche für die untersten Abflussprofile jedes Zubringers berechnet werden, und zwar, im Falle von n Zubringern:

$$Q_{j,max} = \sum_{k=j-N}^{j-1} Q_{ref, km_k} \tag{11}$$

Dieser Abflusswert stellt somit die obere Grenze des Maximalabflusses im gesamten Untersuchungsabschnitt und ersetzt somit die Bedingung (10).

Brücken

Jede Brücke wurde hydraulisch hinsichtlich des Brückenquerschnitts überprüft. Dafür musste der hydraulische Zustand unterhalb der Brücke bekannt sein (subkritisch, superkritisch, subkritisch mit Übergang, superkritisch mit Übergang).

Folgendes Verfahren kam dabei zu Anwendung:

- Definition der Geometrie des Abflussprofils talaufwärts der Brücke (nach der zuvor beschriebenen Methodik)
- Berechnung des oberwasserseitigen hydraulischen Zustandes der Brücke (unter stationären Bedingungen)
 - Berechnung der Froude-Zahl der Strömung
 - Berechnung des Wasserspiegels
- Berechnung des Verbauungsverhältnisses bei der Brücke, nach folgendem Verfahren:
 - Berechnung der mittleren Breite des Gerinnes im Oberwasser der Brücke aufgrund des Verhältnisses zwischen benetzter Fläche und Wasserspiegel
 - Berechnung der charakteristischen Breite im Brückenschatten durch Abzug der Ausmaße von Stützen und Schultern der Brücke von der oben berechneten Breite
 - Berechnung des Verbauungsverhältnisses durch das Verhältnis zwischen Breite im Brückenschatten und mittlerer Breite im oberwasserseitig gelegenen Abschnitt
- Bestimmung des hydraulischen Zustandes nach Abbildung 2-16. Anhand der Froude-Zahl im oberwasserseitigen Bereich der Brücke und dem Verbauungsverhältnisses wird die Diagrammfläche in 4 Abschnitte unterteilt, die die vier möglichen Strömungszustände bei der Brückenunterquerung kennzeichnen.

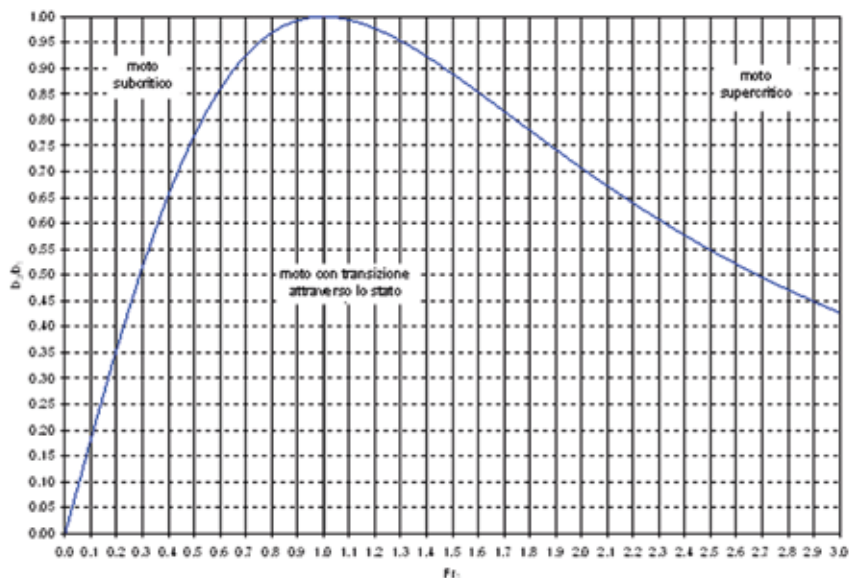


Abb. 2-16: Diagramm zur Bestimmung des Strömungszustandes bei Brückenunterquerungen oder Gerinneeinengungen

Zustand A wird erreicht bei ungestörten, subkritischen Strömungen und hohen Werten des Verbauungsverhältnisses. Unter diesen Voraussetzungen besitzt die Strömung oberwasserseitig eine ausreichende spezifische Energie gegenüber der Sohle, die es ermöglicht, ohne Übergang zur schießenden Strömung die Brücke zu unterqueren und folglich keinen Wechselsprung unterhalb der Brücke zu verursachen. Unter diesen Bedingungen kann die leichte Überhöhung der Wasserspiegellage mittels der empirischen Formel von Yamell berechnet werden:

$$\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} = C_{Y_s} (C_{Y_s} - 0.6 + 5F_{r1}^2) \left\{ 1 - \frac{b_r}{b_1} + 15 \left(1 - \frac{b_r}{b_1} \right)^4 \right\} F_{r1}^2 \quad (12)$$

mit C_{α} Formbeiwert der Brückenpfeiler, der die Werte in Abbildung 2-17 annimmt:



Abb. 2-17: Formbeiwert der Brückenpfeiler C_{α}

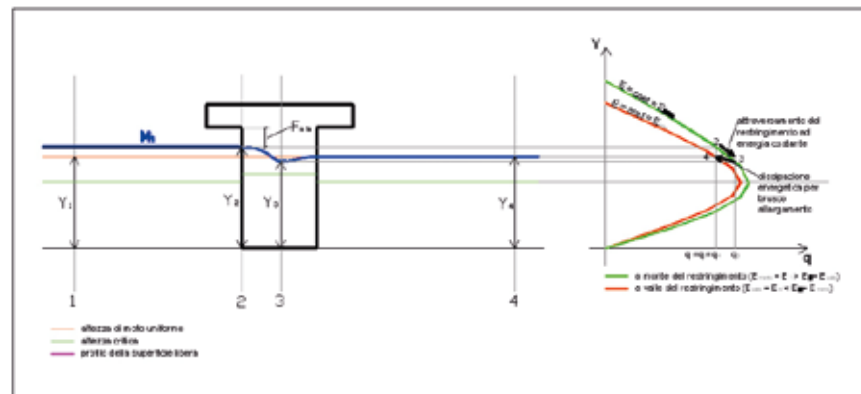


Abb. 2-18: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall A (subkritische Strömung ohne Übergangsströmung)

Es konnte somit das kleinste Freibord bezüglich der Brückenkonstruktion berechnet werden, indem zum ungestörten Wasserspiegel die Erhöhung addiert wurde.

Zustand B kommt bei ungestörten und subkritischen Strömungsverhältnissen mit niederen Verbauungsverhältnissen vor. In diesem Fall ist die Einengung besonders markant und die oberwasserseitige Strömung besitzt gegenüber der Sohle nicht ausreichend Energie, um die Einengung zu durchqueren. Dies führt zu einem starken Rückstau vor der Brücke (Profiltyp M1), wobei sich der kritische Strömungszustand bei der Brückenunterquerung einstellt ($F_r = 1$). Es kommt hierbei zu einem Übergang zum superkritischen Zustand im Unterwasser der Brücke mit Ausbildung eines Wechselsprungs und schließlich zur Rückkehr der subkritischen Strömung.

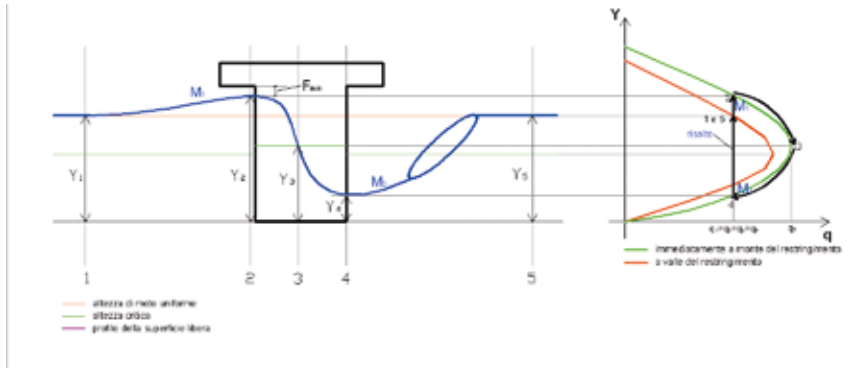


Abb. 2-19: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall B (sehr subkritische Strömung mit Übergangsströmung)

Der höchste Wasserspiegel tritt unmittelbar oberhalb der Einengung auf und kann auf folgende Weise berechnet werden:

1. Berechnung der Froude-Zahl im Querschnitt 2 (Einlauf der Einschnürung) aufgrund folgender Gleichung, die das Energieerhaltungsprinzip zwischen dem Querschnitt 1 und dem eingengten Querschnitt verdeutlicht:

$$1 + \frac{F_2^2}{2} - \frac{3}{2} \frac{F_2^{2/3}}{2(B_3/B_2)^{2/3}} = 0 \quad (13)$$

Die relevante Lösung ist in diesem Falle jene, die $F_2 = F_2' < 1$ ergibt (subkritische Strömung).

2. Berechnung des Wasserspiegels am Querschnitt 1 mittels folgender Gleichung:

$$Y_2 = K_r \left(\frac{Q^2}{gB_2^2 F_2'^2} \right)^{1/3} \quad (14)$$

mit K_r einem Koeffizienten, der größer als 1 und von der Form der Stützen abhängig ist. Dieser Koeffizient wurde eingeführt, um die Verluste zu berücksichtigen.



Abb. 2-20: Verlustkoeffizient K_r für verschiedene Stützenarten

Zustand C kommt bei ungestörter, superkritischer Strömung, bei großen Froude-Zahlen und hohen Werten des Verbaunungsverhältnisses vor. Die Energie der Strömung im Oberwasser ist ausreichend, um die Brücke zu unterqueren, sodass der superkritische Zustand auch im Brückenschatten beibehalten wird. Die Erhöhung ist in diesem Falle auf den eingengten Abflusquerschnitt begrenzt und kann unter Verwendung einer Gleichung für Energieverluste Typ „Borda“ bestimmt werden (plötzliche Aufweitung).

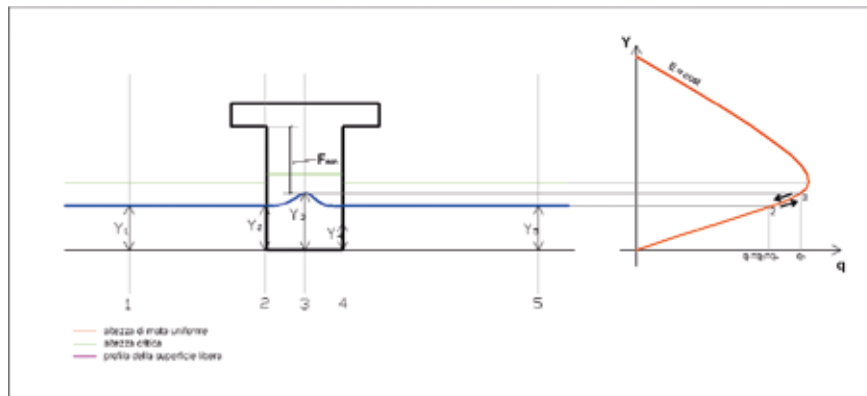


Abb. 2-21: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall C (superkritische Strömung ohne Übergangsströmung)

Zustand D trifft für Froude-Zahlen zu, die nur geringfügig größer als 1 sind und für niedere Verbauungsverhältniswerte. In diesem Fall besitzt die oberwasserseitige Strömung nicht ausreichend Energie, um die Querschnittseinengung zu bewältigen und es folgt ein Übergang zum strömenden Zustand durch einen Rückstau auf der Brückenseite im Oberwasser. Die Unterquerung der Brücke geschieht im kritischen Zustand und schließlich wird die Strömung im Unterwasser der Brücke wieder superkritisch. Der Übergang zum Strömen unterhalb des Brückenkörpers bestimmt eine deutliche Erhöhung des Wasserspiegels mit Ausuferungsgefahr. Weiters kann die starke Fließgeschwindigkeitsabnahme die Geschiebeablagerung im Oberwasser der Brücke begünstigen und eine eventuelle Verklausung derselben verursachen.

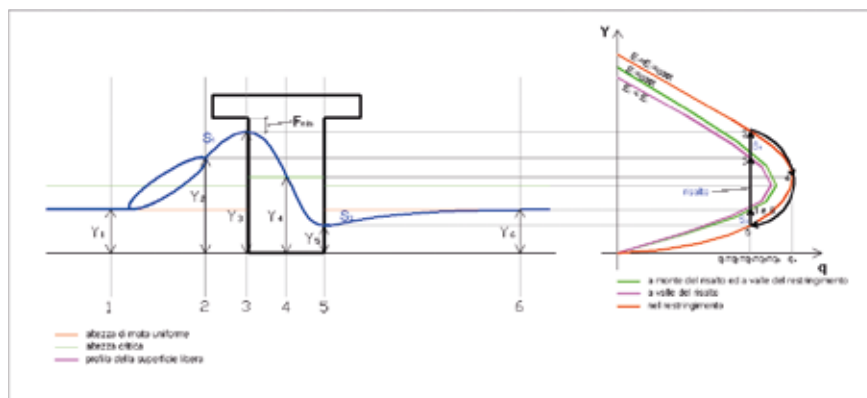


Abb. 2-22: Qualitativer Verlauf des Profils des freien Wasserspiegels im Fall D (superkritische Strömung mit Übergangsströmung)

Zur Bestimmung des maximalen Wasserspiegels (Querschnitt 2) und der Lokalisierung des Rückstaus wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Berechnung der Höhe der oberwasserseitigen stationären Strömung Y_1 ;
2. Berechnung der Froude-Zahl der Strömung im Querschnitt 1 F_1 ;
3. Bestimmung der Höhe Y_2 unter Anwendung des Energieerhaltungsprinzips (Bernoulli-Gesetz) zwischen dem Querschnitt 2 und dem Querschnitt 3 und unter Berücksichtigung der Verluste, die von den Stützen verursacht werden:

$$Y_2 = K_r \left(\frac{Q^2}{gB_2^2 F_2^{1.2}} \right)^{1/3} \quad (15)$$

mit K_r wie in Abb. 2-20 dargestellt.

Nach Festlegung des hydraulischen Zustands bei den Brücken (A, B, C oder D) wurden diese nach einer Punkteskala in Kategorien eingeteilt, welche die Wahrscheinlichkeit der Ausuferung und folglich die von ihnen ausgehende Gefahr bestimmen.

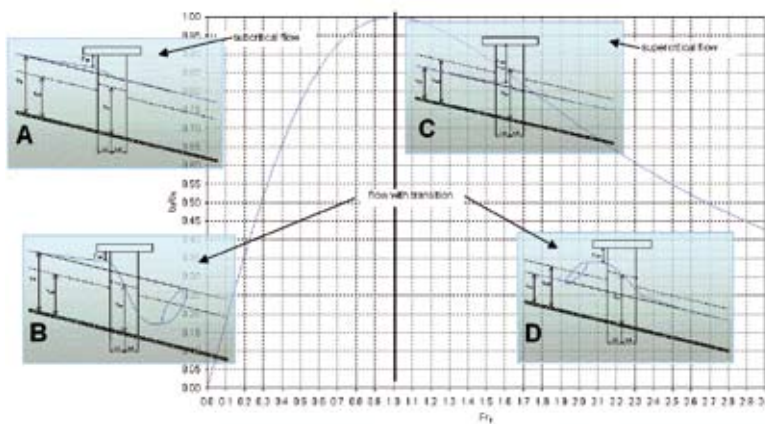


Abb. 2-23: Bestimmung der Kategorie aufgrund des Diagramms, das die Unterquerung von Brücken darstellt

Die angewandte Punkteskala ist in folgender Tabelle wiedergegeben.

Kategorie A:		Kategorie C:	
Ausgangspunkte:	0	Ausgangspunkte:	0
$F_{min} < 1m$	+2	$F_{min} < 1m$	+2
$1 < F_{min} < 1.5m$	+1	$1 < F_{min} < 1.5m$	+1
$F_{min} > 1.5m$	+0	$F_{min} > 1.5m$	+0
Kategorie B:		Kategorie D:	
Ausgangspunkte:	1	Ausgangspunkte	2
$F_{min} < 1m$	+2	$F_{min} < 1m$	+2
$1 < F_{min} < 1.5m$	+1	$1 < F_{min} < 1.5m$	+1
$F_{min} > 1.5m$	+0	$F_{min} > 1.5m$	+0

Tab. 2-6: Punkteskala für die Klassifikation der Brücken

Jeder Brücke wurden zu Beginn Punkte zugewiesen, die ausschließlich vom hydraulischen Zustand abhängen. Für die Kategorien A und C wurden 0 Ausgangspunkte vergeben, da die Brücke zu keinem Zustand mit Übergang durch das kritische Fließverhalten mit der Folge eines Wechselsprunges führt. Es kommt dadurch auch zu keiner Erhöhung der Wasserspiegellage gegenüber dem ungestörten Strömungszustand. Den Kategorien B und D werden jeweils 1 bzw. 2 Ausgangspunkte vergeben. Obwohl in beiden Fällen ein Übergang mit einem Wechselsprung entsteht, zeichnet sich der Fall D (ungestörte superkritische Strömung) durch einen im Oberwasser der Brücke gelegenen Abschnitt mit strömendem Zustand aus, in dem die Erhöhung des Wasserspiegels gegenüber der ungestörten Strömung sehr markant sein kann. Zusätzlich zu den anfangs vergebenen Punkten ist eine weitere Punkteanzahl vorgesehen, die an den minimalen Freibord zur Brückenunterkante gekoppelt ist (F_{\min}). Dieser Abstand ist ein Zeigerwert für die Wahrscheinlichkeit, dass die Strömung frei fließen kann, anstatt unter Druck die Brücke unterqueren zu müssen (mit $F_{\min} \approx 0\text{m}$). F_{\min} weist auch auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass sich mit der Strömung angeschwemmtes Holz vor der Brücke sammeln und zur Verklauung der Brücke und zur Ausuferung führen kann. Es gilt die Annahme, dass bei einer Freibordhöhe von über 1,5 m die Verklauungswahrscheinlichkeit gering ist, während sie für Werte unter 1,0 m hoch ist.

Als Schwachstelle wurde in diesem Verfahren jede Brücke angenommen, die mehr als einen Punkt erhalten hat.

Analyse der Schwachstellen der Kategorie (2)

Ein Damm ist eine künstliche Materialaufschüttung längs eines Fließgewässers, die das dahinter liegende Land vor Überschwemmungen schützen soll (BWG 2003). Im vorliegenden Projekt wurden alle Dämme aus Lockermaterial in Betracht gezogen, die sich aus der Ebene erheben und deshalb bei Hochwasser einem Bruch unterliegen können. Aufgrund der Analyse der historischen Hochwasserereignisse an den durch Dämmen regulierten Gewässern in Südtirol, und insbesondere an der Etsch, ist hervorgegangen, dass die meisten Dammbürche durch den hydrostatischen Druck des Flusses verursacht worden sind, weit vor dem Erreichen des maximalen Wasserstandes des Hochwassers. Es scheint somit unrealistisch, nur jene Querschnitte als Schwachstellen zu betrachten, die eine ungenügende Abflusskapazität besitzen. Deshalb war es notwendig, die Bedingungen für die Standsicherheit eines Dammes zu untersuchen, um zu bestimmen, welche Abschnitte die größte Wahrscheinlichkeit eines Bruches aufweisen.

Die grundlegenden Schadensgründe an Dämmen werden unten kurz erläutert und sind:

- Überströmung
- Sickerröhrenbildung
- hydraulischer Grundbruch
- Rutschung
- Erosion

Die Überströmung kann verschiedene Ursachen aufweisen. Hauptsächlich sind das die Überschreitung des vorgesehenen Maximalabflusses, die Unterschätzung der Rauigkeit der Bettoberfläche in der Planungsphase oder die Steigerung derselben aufgrund eines übermäßigen Bewuchses im Gerinne. Weitere Gründe sind Setzungen oder Absenkungsvorgänge des Erdkörpers, sowie die Bodensättigung oder die Böschungsrutschung am Dammkörper. In der Regel erleiden überströmte Dämme eine progressive Erosion der Krone, die zur Öffnung bedeutender Dammbreschen führt, da es während des Erosionsprozesses zu einer fortschreitenden Verbreitung der Bresche selbst kommt.

Die potenziellen Überströmungsstellen wurden in diesem Projekt aufgrund der Analyse der Schwachstellen der Kategorie (1) bestimmt. Sie wurden jedoch in der Analyse der Dammbürch-

stellen der Kategorie (2) nicht mehr untersucht, da man annahm, dass jedes Überströmungsereignis auch zum Dammbruch führt. Statistisch ausgedrückt bedeutet dies eine 100%-ige Wahrscheinlichkeit, dass ein überströmter Damm auch bricht. Die Schwachstellenanalyse für die Kategorie (2) beschränkte sich somit auf jene Phänomene, die zu einem Versagen des Dammes führen können, bevor es zur Überströmung kommt.

Die Sickerrohrenbildung besteht aus der Erosion von Lockermaterial in Bereichen, in denen die Sickerströmung im Dammkörper und in der tragenden Bodenschicht an die Oberfläche austritt. Der Austritt wird vom starken Druck des senkrecht aufsteigenden Wassers verursacht, dem sich das Bodengefüge nicht entgegensetzen kann. Das Risiko eines hydraulischen Grundbruches zeigt sich mit dem Erscheinen von Qualmtrichtern. Tritt das Wasser dabei klar aus, so ist noch keine Sickerrohrenbildung im Gange, was dagegen der Fall ist, wenn das Wasser getrübt ist. Die Sickerrohrenbildung kann durch Baumwurzeln begünstigt werden. Eine weitere, schwerwiegende Gefahr stellen unterirdische Tierhöhlen oder -nester dar, welche die Ursache für das Phänomen darstellen können. Der starke Bodenabtrag durch die Sickerrohren (insbesondere im Fundamentbereich) beeinträchtigt die Standsicherheit der Erddämme.

Ein hydraulischer Grundbruch tritt ein, wenn sich im gesättigten Dammkörper ein übermäßig hoher Porenwasserdruck aufbaut. Ein unmittelbar bevorstehender hydraulischer Grundbruch zeigt sich dadurch, dass der Damm am Fuß nachgibt. Das Phänomen ist bei lang anhaltenden Hochwässern besonders schwerwiegend, da sich die Sickerströmung im Inneren des Dammes vollständig ausbilden kann und sich der Erdkörper mit Wasser vollsaugt.

Das Rutschen einer Dammböschung kann von verschiedenen Ursachen ausgelöst werden, die eine Uferdestabilisierung zur Folge haben. Ein Beispiel ist die verminderte Geschiebefracht der Zubringer aufgrund von Sicherungsmaßnahmen an den kleineren Fließgewässern im Gebirge. Diese führt zu einer fortschreitenden Eintiefung der Gewässersohlen im Tal und einem Materialabtrag am Fuße der Wasserseite des Dammes. Dadurch kann es zu einer Rutschung an der flusseitigen Dammböschung kommen.

Der Abfluss innerhalb der Uferdämme fördert die Erosion der Uferböschungen, die im Laufe der Zeit zur Abnahme der Standsicherheit der Dämme selbst führen kann. Diese Strukturen werden deshalb durch die zuständigen Landesämter periodischen Instandhaltungsmaßnahmen unterzogen. Ein ausreichend dichtes Vegetationsaufkommen schützt die Dammoberfläche vor Erosion, indem sie die Fließgeschwindigkeit in diesem Bereich verringert.

Es ist nicht möglich, sehr ausgedehnte Dammsysteme, wie z.B. jenes der Etsch zwischen Meran und Salurn (ca. 140 km Dammlänge), mittels eines geotechnischen, deterministischen Ansatzes (Standsicherheitsanalyse) zu untersuchen. Dieser erfordert die Kenntnis der Bodenparameter, die nur über kostspielige und zeitaufwendige Messungen und Bohrungen vor Ort erfasst werden können. Aus diesem Grund wurde eine Methodik zur qualitativen Analyse und Bewertung des Zustandes der Dämme entwickelt.

Qualitative Bewertung des Zustandes der Dämme

Die Dammkörper wurden in 100 m lange Abschnitte unterteilt. Das zur Anwendung kommende Verfahren sieht die Bewertung der Versagenswahrscheinlichkeit eines jeden Abschnitts mittels eines Punktesystems vor. Dieses berücksichtigt folgende Makroeigenschaften der Dämme:

- Vorkommen von Altarmen und deren Verlauf gegenüber dem heutigen Bett
- Vorkommen von Qualmtrichtern in der Nähe des äußeren Dammfusses
- Kurvenklassifikation
- Klassifikation des Dammszustandes
- Vorkommen von historischen Dammbrüchen

Vorkommen von Altarmen und deren Verlauf gegenüber dem heutigen Bett (P): Die Altarme entsprechen dem ehemaligen Verlauf der Fließgewässer, wurden jedoch im Zuge von Regulierungsmaßnahmen und Begradigungen mit Erdmaterial aufgefüllt. In den meisten Fällen handelt es sich um ehemalige Mäander. Die Dammkörper, die im Bereich eines Mäanderdurchstiches errichtet wurden, weisen in der Regel geringere Standsicherheitswerte auf, als solche, die entlang der alten Flussläufe gebaut wurden. Grund dafür ist die schnellere Ausführungsgeschwindigkeit dieser Dämme, die auf die Notwendigkeit beruht, das Gewässer während des Baus umzuleiten. Außerdem stützen sich diese Dammschnitte auf dem früheren losen Sohlenmaterial, sodass die Sickerströmungen unterhalb des Dammes stärker als bei anderen Dammschnitten ausgeprägt sind. Es wurden folgende Arten von Altarmen unterschieden:

- Einmündender Altarm: Die Strömung im Altarm ist gegenüber der heutigen Strömungsrichtung einmündend
- Paralleler Altarm: Die Strömung im Altarm ist parallel zum heutigen Flusslauf
- Abfließender Altarm: Die Strömung im Altarm ist gegenüber der heutigen Strömungsrichtung abfließend

Aus der statistischen Analyse der historischen Dammsbrüche an der Etsch ging hervor, dass der abfließende Altarm die ungünstigste Situation für die Sicherheit der Dämme darstellt. Der parallele Altarm weist eine günstigere und der einmündende Altarm die günstigste Situation für die Sicherheit der Dämme auf. Begründet wird dies mit der interstitialen Strömung, die heute noch in den Altarmen vorkommt und ihrem Verlauf folgt. Ein abfließender Altarm begünstigt den interstitialen Abfluss zum Umland hin (austretende Strömung), während ein einmündender Altarm eher ein Hindernis für diese Strömung darstellt.

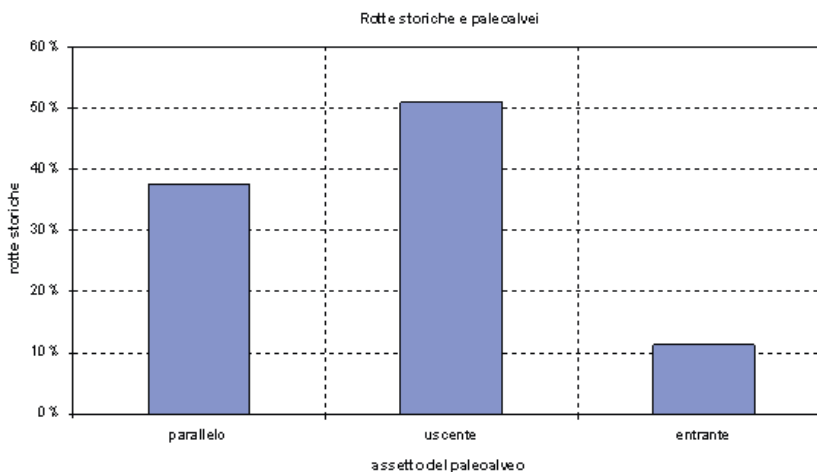


Abb. 2-24: Historische Dammsbruchereignisse und Altarme an der Etsch. In den meisten Fällen erfolgten die Dammsbrüche bei abfließenden oder parallelen Altarmen, wohingegen bei einmündenden Altarmen dies seltener der Fall war.

Aufgrund dieser Überlegungen wurde folgende Punkteskala für den Verlauf von Altarmen verwendet:

Verlauf Altarm	Punkte
Einmündender Altarm	1
Paralleler Altarm	2
Abfließender Altarm	3

Tab. 2-7: Punkteskala für den Verlauf von Altarmen

Die Erfassung der Altarme wurde aufgrund der folgenden kartografischen Unterlagen durchgeführt: Orthofoto und historische Karten (Cultureskelettkarte von 1856 und Franziszeische Landesaufnahme von 1820).

Vorkommen von Qualmtrichter in der Nähe des äußeren Dammfußes (F): Qualmtrichter werden durch Sickerröhrenbildung an der Basis des Dammes verursacht und werden von einem bedeutenden Materialabtrag begleitet. Es handelt sich um eine der Hauptursachen für das Versagen von Dämmen. Die angewandte Punkteskala ist die folgende:

Qualmtrichter	Punkte
nicht vorhanden	0
vorhanden	2

Tab. 2-8: Punkteskala für das Vorkommen von Qualmtrichtern

Qualmtrichter sind in der Datenbank der historischen Ereignisdokumentation beschrieben und archiviert.

Kurvenklassifikation (C): Infolge der zentrifugalen Kraft neigt sich die freie Abflussoberfläche quer zur Achse des Gerinnes. Im strömenden Zustand erfährt man eine Wasserstandserhöhung an der Außenseite der Kurve und eine Senkung an der Innenseite. Aus diesem Grund wirkt an der Kurvenaußenseite des Dammes ein verstärkter hydrodynamischer Druck, der sich aufgrund des gebogenen Verlaufes und der lokalen Erhöhung des Wasserstandes ausbildet und dem eine Erhöhung des hydrostatischen Drucks entspricht. Im Gegenteil erfährt der Damm an der Innenseite eine Senkung des hydrodynamischen Drucks, die sich verbessernd auf die Standsicherheit des Dammes selbst auswirkt. Folgende Punkteskala wurde verwendet, um die Form des Flussverlaufes zu berücksichtigen:

Form Flussverlauf	Punkte
Innenseite	-1
Geradliniger Verlauf	+0
Aussenseite	+1

Tab. 2-9: Punkteskala für die Form des Flussverlaufes

Klassifikation des Dammzustandes (S): Da es nicht möglich ist, das Erdmaterial, aus dem die Dämme bestehen, geotechnisch zu kennzeichnen, sieht die vorliegende Methode vor, nur die baulichen Elemente wie Gegendämme, Dichtungsschichten, Hochdruckinjektionskörper oder Spundwände zu berücksichtigen. Diese Strukturen begünstigen die Standsicherheit des Dammes.

Die Klassifikation wurde anhand folgender Daten vorgenommen:

- Vorkommen oder Fehlen von Gegendämmen, eventuell vorkommende Straßenkörper entlang des Dammkörpers werden wie Gegendämme behandelt
- Vorkommen oder Fehlen von Sicherungsbauten am Damm wie Spundwände, HDI-Körper, oder gleichwertige Sicherungsbauten

Die vorgeschlagene Punkteskala ist die folgende:

Klassifikation Dammmzustand	Punkte
Gut	0
Mittel	1
Schlecht	2

Tab. 2-10: Punkteskala für die Klassifikation des Dammmzustandes

Vorkommen historischer Dammmbrüche (R): Das Auftreten von historischen Dammmbrüchereignissen an einem Dammmabschnitt zeigt zumindest auf qualitativer Ebene die Tendenz zum Bruch auf. Die angewendete Punkteskala ist folgende:

Historischer Dammmbruch	Punkte
Ja	2
Nein	1

Tab. 2-11: Punkteskala für das Vorkommen von historischen Dammmbrüchen

Sind einmal die Punkte der Teilbereiche für jeden Dammmabschnitt vergeben, so wird die Gesamtwertung P_g für jeden Bereich durch folgenden Algorithmus berechnet:

$$P_g = (R \times S) + P + F + C \tag{16}$$

Das Produkt $R \times S$ wurde im vorliegenden Bewertungssystem eingeführt, um zu berücksichtigen, dass Dämme nach einem Bruchereignis ($R = 2$) in der Regel nach Stand der Technik neu gesichert werden, sodass sie sich häufig in einem „guten“ ($S = 0$) Zustand befinden, bei dem die Standsicherheit gewährleistet ist.

Die folgende Tabelle führt einige Rechenbeispiele nach dem hier beschriebenen Verfahren an:

Orografisches Ufer	P	F	C	S	R	Wertung
links	2	0	0	1	1	3
rechts	1	2	1	0	2	4
links	3	2	-1	2	1	6
rechts	2	0	1	1	2	5

Tab. 2-12: Rechenbeispiele für das beschriebene Verfahren

Die Analyse des vorgebrachten Punktesystems wurde aufgrund einer Berechnung aller möglichen Kombinationen der Werte für P, F, C, S und R durchgeführt. Insgesamt sind 108 Kombinationen möglich, wobei P_g zwischen 0 (schwache Versagenswahrscheinlichkeit) und 10 (ausgeprägte Versagenswahrscheinlichkeit) variiert. Die Grafik in Abbildung 2-25 stellt die Häufigkeitsverteilung von P_g als Ergebnis aller möglichen Kombinationen dar. Die häufigsten Ergebnisse erhält man in dem Wertebereich um $P_g = 4$ (ca. 20% der Bewertungen).

Es wurden folgende Klassen der Versagenswahrscheinlichkeit definiert:

- geringe Versagenswahrscheinlichkeit (SWW): $0 \leq P_g \leq 2$
- mittlere Versagenswahrscheinlichkeit (MWV): $3 \leq P_g \leq 6$
- hohe Versagenswahrscheinlichkeit (AVW): $7 \leq P_g \leq 10$

In Abbildung 2-26 sind die Häufigkeiten der drei Klassen wiedergegeben. Diese Wertintervalle sind jeweils als Klassen mit „geringer“, „mittlerer“ und „hoher“ Versagenswahrscheinlichkeit gekennzeichnet.

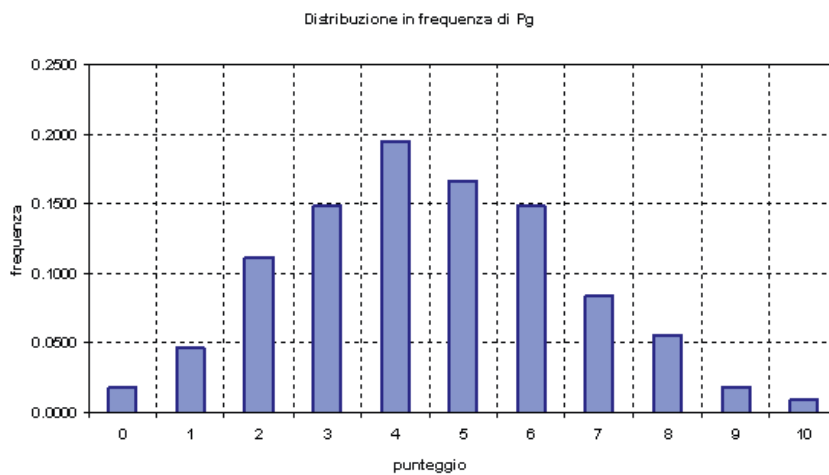


Abb. 2-25: Häufigkeitsverteilung der durch die Berechnung aller möglichen Wertkombinationen für P, C, F, S, R (108 Kombinationen) erhaltenen Ergebnisse

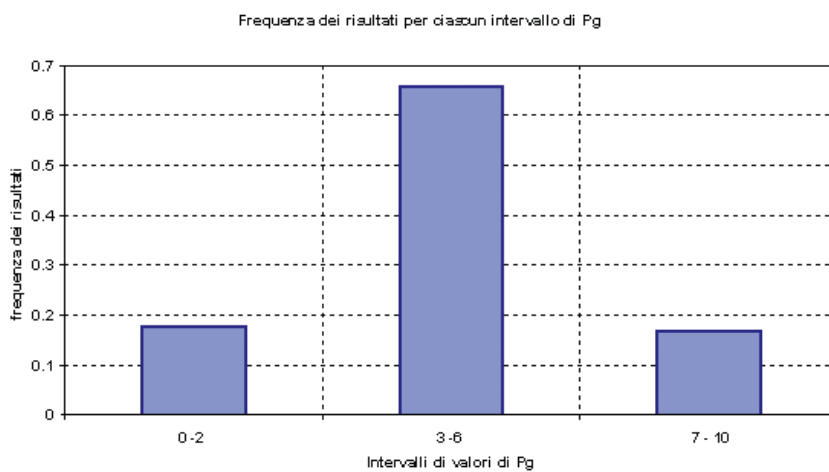


Abb. 2-26: Häufigkeiten der Klassen, die durch „geringe (SWW)“, „mittlere (MWV)“ und „hohe (AVW)“ Versagenswahrscheinlichkeit gekennzeichnet sind

Durch die Anwendung des vorliegenden Verfahrens erhält man somit, wenn auch mittels qualitativer Kriterien, eine Klassifizierung der Versagenswahrscheinlichkeit. Es werden alle Dammschnitte der Klasse AVW als Schwachstellen berücksichtigt.

2.4.2.2 Phase 2 – Abgrenzung der Überschwemmungsgebiete (-flächen)

Für das Gebiet der Autonomen Provinz Bozen Südtirol sollte in Ergänzung zu den Gefahrenhinweiskarten für die Prozesse Murgang und Übersarung eine Gefahrenhinweiskarte für den Prozess Überflutung erstellt werden.

Ausgehend von der Schwachstellenanalyse wurden durch die Anwendung vereinfachter numerischer Modelle die potenziellen Überschwemmungsflächen abgegrenzt. Jene Modelle ermöglichen es, ausgehend von bestimmten Punkten, wie z.B. den Schwachpunkten, die Ausbreitung der Überschwemmungen zu untersuchen. Für die Überschwemmungssimulation werden zwei Modelle eingesetzt. Für steilere Gerinne (Gerinnegefälle > 3 %) kam das Überflutungsmodell WGSIM von geo7 zum Einsatz. In den flacheren Gerinneabschnitten wurde das Modell Floodarea der Firma Geomer eingesetzt. Die Modellansätze der beiden Überflutungsmodelle werden im Folgenden kurz beschrieben:

WGSIM: Mit dem Modell WGSIM-dfwalk können Überflutungsflächen von größeren Bächen und Flüssen simuliert werden, die sich in einem Gefällebereich > 3 % befinden. An definierten Ausbruchstellen (Schwachstellen) wird eine Ausuferung simuliert. Potenzielle Ausbruchstellen sind Brücken, Durchlässe, Eindolungen oder Gerinneabschnitte, deren Durchflussquerschnitt nicht genügt. Für jede Ausbruchstelle entlang eines Gerinnes wird das hydrologische Einzugsgebiet berechnet. Dieser Parameter wird für die Abschätzung des Hochwasservolumens benötigt. Die Abschätzung basiert auf einer leicht modifizierten HQ-Formel von Kölla. Aus dem berechneten Hochwasservolumen wird das an der Ausbruchstelle austretende Wasservolumen berechnet. Diese Berechnung berücksichtigt das unterschiedliche Abflussverhalten von Gerinnen mit unterschiedlicher Einzugsgebietsgröße. Ausgehend von den identifizierten Ausbruchsmöglichkeiten wird die Ausbreitung in der Fläche simuliert. Entscheidend ist dabei die Fliessrichtung in der Ebene. Dazu wird ein multiple flowdirections Ansatz (MFD) verwendet. Mit diesem Ansatz besteht die Möglichkeit, bei mehreren Nachfolgepixeln das Ausbreitungsverhalten zu steuern. Zum einen wird festgelegt, ab welchem Gefälle eine Ausbreitung überhaupt möglich ist (Grenzgefälle), zum anderen wird die Stärke der Ausbreitung festgelegt. An den Ausbruchstellen wird eine Wasserhöhe definiert. Diese Wasserhöhe wird mit einem Abminderungsfaktor und entsprechend der MFD anteilmäßig an die Nachbarpixel weitergegeben, bis entsprechend der gebietspezifischen Abbruchkriterien die Ausbreitung abgebrochen wird.

FloodArea: Die Berechnung der Überschwemmungsbereiche basiert auf einem hydrodynamischen Ansatz. Betrachtet werden jeweils die 8 Nachbarn einer Rasterzelle. Das Abflussvolumen zu den Nachbarn wird mit Hilfe der Fliessformel nach Manning-Strickler errechnet. Als Input für die Überflutungsmodellierung erlaubt das Modell entweder die Wasserspiegellage im Gerinne oder die Ganglinie an bestimmten Ausbruchstellen. Ausgehend von den Ausbruchstellen wird in einem iterativen Verfahren die Neigung des Wasserspiegels berechnet. Die Wasserspiegellinie in Richtung der größten Neigung geht als Gefälle in die Manning-Strickler-Formel ein. Die errechnete Fliessgeschwindigkeit wird mit dem Fliessquerschnitt multipliziert und ergibt die Austauschmenge für den aktuellen Rechenschritt. Nach jedem Rechenschritt wird die Volumenbilanz berechnet. FloodArea liefert nicht nur die Überflutungsfläche, sondern auch Informationen zur Überflutungstiefe.

Die Simulationen wurden auf einem digitalen Höhenmodell mit einer Auflösung von 10 Metern durchgeführt. Eine Berechnung in der Originalauflösung würde die Rechenzeit vervielfachen und die Resultate unterscheiden sich praktisch nicht, wie Tests gezeigt haben.

2.4.3 Ergebnisse

Ergebnisse des Verfahrens sind die landesweite Darstellung von Schwachstellen an Flussabschnitten, an denen es aufgrund von Überflutung oder Dambruch zu Überschwemmungen kommen kann und die potenziellen Überschwemmungsflächen.

In Abbildung 2-27 ist die Karte der Schwachstellen für die Hauptgewässer der Talgebiete der Provinz Bozen dargestellt. Die zuvor beschriebene Untersuchungsmethode wurde mit den Ergebnissen einer detaillierten hydraulischen Modellierung der Etsch verglichen. Aus diesem Vergleich geht hervor, dass die Schwachstellen mit den Überschwemmungspunkten mit einer Wiederkehrdauer von über 200 Jahren übereinstimmen.

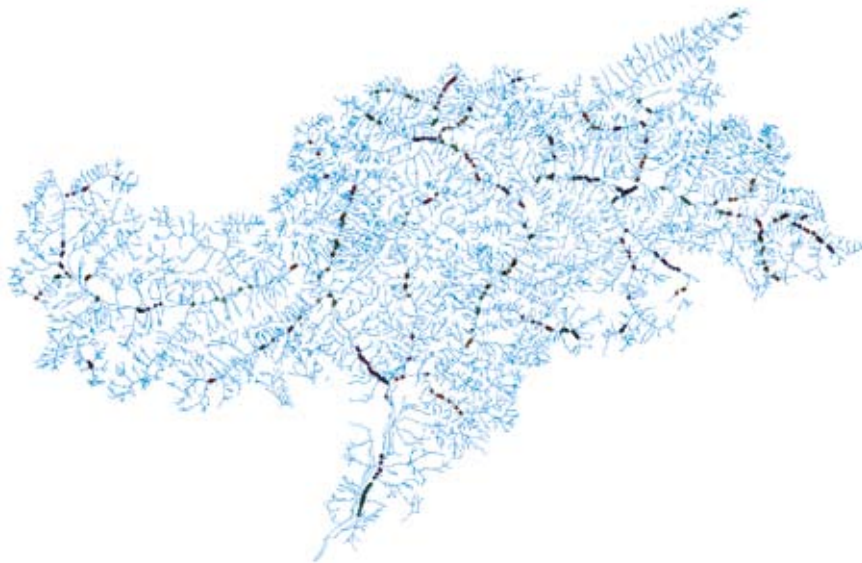


Abb. 2-27: Schwachstellen für Überschwemmung auf den Hauptgewässern in den Talgebieten Südtirols

Abbildung 2-28 beinhaltet die Karte für Überschwemmungsereignisse der Etsch zwischen Gargazon und Terlan. Durch die Simulation von Dambrüchen wurden ausgedehnte überschwemmbarere Flächen errechnet, welche jedoch weitgehend mit den in historischen Ereignissen dokumentierten und überlieferten Überschwemmungsflächen übereinstimmen. Die historischen Ortskerne der Siedlungen, welche bekanntlich vor der Verbauung der Etsch und somit in einer Zeit entstanden sind, in der Überschwemmungen häufig vorkamen, werden von den überschwemmbareren Flächen nicht berührt. Dies kann als Bestätigung für die Zuverlässigkeit der verwendeten Untersuchungsmethode gewertet werden.

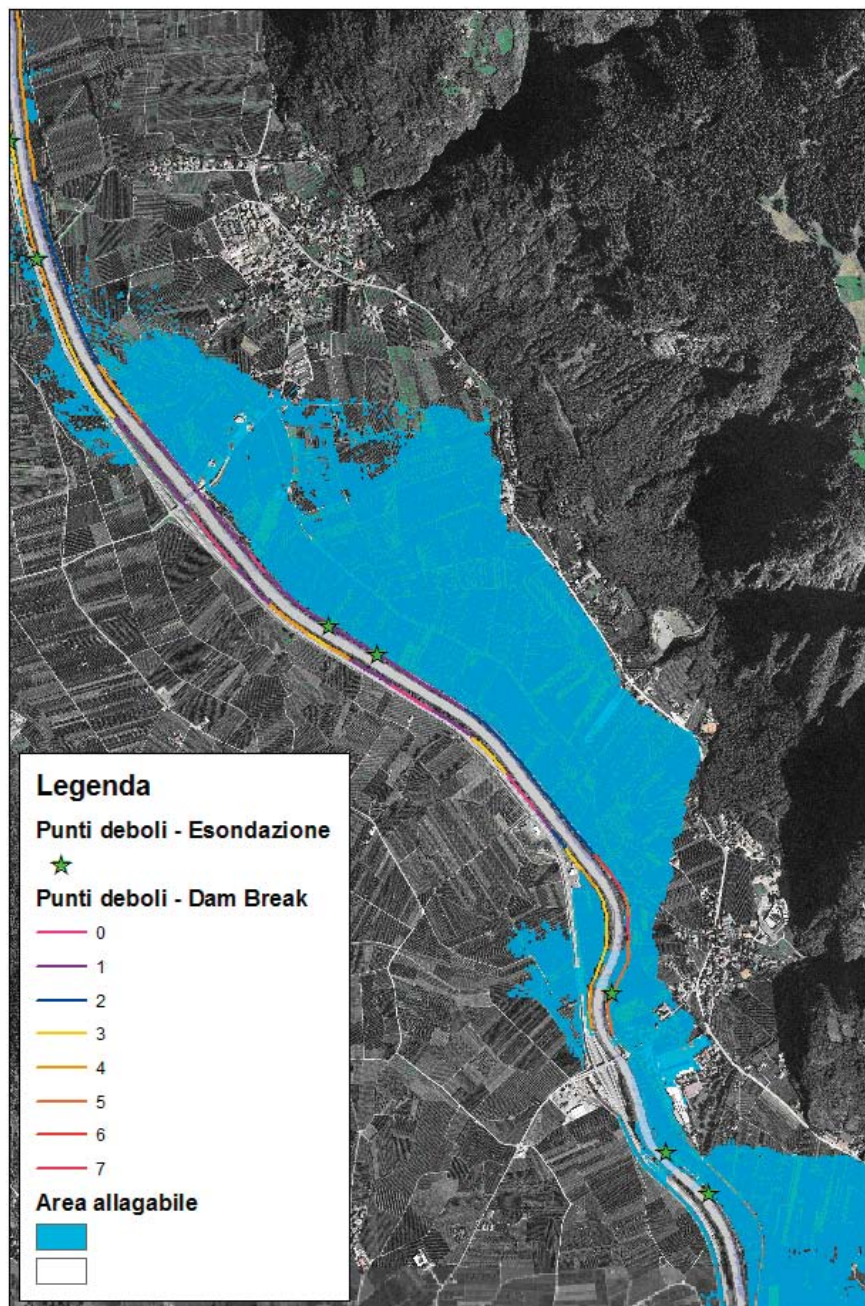


Abb. 2-28: Gefahrenhinweiskarte für Überschwemmungsgefahren an der Etsch im Bereich zwischen Gargazon und Terlan

2.4.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Die Analyse der Schwachstellen stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Definition von Gefahrenszenarien und die Ausarbeitung der Gefahrenhinweiskarte für die Fließgewässer der

Talgebiete und Talebenen dar. Die für die Bestimmung der Schwachstellen ausgearbeitete Methode kam für das gesamte Landesgebiet zum Einsatz. Die Methode berücksichtigt die Wiederkehrdauer der Ereignisse nicht und stellt somit eine Momentaufnahme der Wasserschutzbauten und Flussbetten dar. Es wurden alle Brücken ermittelt, welche Probleme mit dem Rückstau oder der Verklausung mit Holz oder Sedimenten aufweisen.

Die Methode kam außerdem für die qualitative Analyse des Zustandes der Dämme der Etsch im Abschnitt zwischen dem Zusammenfluss mit der Passer bis zur Provinzgrenze südlich von Salurn zur Anwendung, um die Anfälligkeit der Dämme zu ermitteln.

Mit Hilfe der Methode wurde die Ausarbeitung der Gefahrenhinweiskarte für das gesamte Landesgebiet möglich. Diese Karte steht im Maßstab 1:25.000 zur Verfügung und beinhaltet die Schwachstellen und die Abgrenzung der potenziell überschwemmbar Gebiete. Die Gefahrenhinweiskarte bildet eine Grundlage für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne in Südtirol, da sie die nötigen Angaben für jene Bereiche wiedergibt, welche einer tiefgründigeren Untersuchung unterzogen werden müssen.

2.5 Gefahrenhinweiskarte Sturzprozesse

Claudia Strada, Daniela Piacentini

2.5.1 Einführung

Sturzprozesse (Block- und Steinschlag) stellen aufgrund ihrer hohen Geschwindigkeit eine Gefahr für Siedlungen und Infrastrukturen dar. Daher ist es wichtig, die räumliche Verbreitung und eventuelle Überlagerungen mit menschlichen Aktivitäten zu analysieren und zu bewerten. Stürze erfolgen durch die schwerkraftbedingten Prozesse des freien Falls, springend, rollend und rutschend. Das den Sturzprozessen zugrunde liegende Prinzip ist, dass alle Blöcke, die auf einem Hang in Bewegung geraten, in jedem Augenblick die maximale Effizienz der Bewegung ausnützen. Die Sturzbahnen eines Blockes und die Art der Bewegungen während des Sturzes bewirken einen sehr geringen Verlust der kinetischen Energie.

Es gibt verschiedene Ansätze für die Abgrenzung der potenziellen Sturzgebiete: empirische (oder morphologische) Modelle und physikalische (oder kinematische) Modelle. Die empirischen Modelle grenzen die Reichweite von Sturzprozessen auf der Basis von topografischen Parametern und empirischen Formeln ab, die aufgrund statistischer Analysen von historischen Sturzereignissen bestimmt wurden. Vertreter dieses Modelltyps sind die Zenitalmethoden, welche von verschiedenen Autoren entwickelt wurden (beispielsweise Onofri & Candian 1979; Heinimann et al. 1998; Jaboyedoff & Labiouse 2003). Die physikalischen Modelle hingegen erlauben die Berechnung der Reichweite von Sturzprozessen, indem sie die Physik der Bewegung mit einigen nötigen Vereinfachungen berücksichtigen. Sie basieren auf verschiedenen Algorithmen, welche die bestehenden Zusammenhänge zwischen der Art der Bewegung (Fallen, Springen, Rollen und Rutschen), der Energie des Blockes und den topografischen Eigenschaften des Hanges beschreiben. Diese Simulationsmodelle haben trotz der begrenzten Anzahl an Eingangsvariablen und einer gewissen Zufälligkeit in der Festlegung der Bewegungsparameter den Vorteil, dass sie das Verhalten der Massenbewegung rekonstruieren und die Sturzbahnen, die Geschwindigkeit und die kinetische Energie der Sturzblöcke während des Sturzes bestimmen. Alle Arten von Modellen, sowohl die zwei- als auch die dreidimensionalen, brauchen eine Eichung zur Festlegung der Eingabeparameter. Die Werte für die Eingabeparameter können durch in-situ Versuche, durch eine nachträgliche Eichung an dokumentierten Sturzereignissen oder durch Wahrscheinlichkeitsberechnungen gewonnen werden.

Die Auswahl des anzuwendenden Modells und die Anpassung der nötigen Parameter können auf verschiedenen Detailebenen und in unterschiedlichem Maßstab erfolgen, je nach Zielsetzung und Größe des zu untersuchenden Gebietes. Im Rahmen der Beurteilung von Sturzprozessen im lokalen Maßstab (Gutachten) erfolgt die Berechnung der Energie in der Regel entlang gutachterlich festgelegter Trajektorien. Diese Methode beschreibt die realen Sturzbahnen der Blöcke allerdings unzureichend, sogar bei einer großen Anzahl an Profilen. Daher ist es nicht möglich, eventuelle Abweichungen von der vorher festgelegten Sturzbahn zu berücksichtigen. Außerdem wird nicht der gesamte Hang erfasst. Dadurch können mögliche Sturzbahnen ausgeschlossen und somit die Gefahr unterschätzt werden. Für die flächendeckende Lokalisation und Abgrenzung der Sturzprozesse im regionalen Maßstab sind die kommerziellen Simulationsprogramme für Studien im lokalen Maßstab nicht geeignet. Aus diesem Grund wurde eine neue Methode entwickelt, die den Anforderungen der Gefahrenbeurteilung im regionalen Maßstab Rechnung trägt und die auf wenigen Eingabeparametern beruht.

2.5.2 Methode

Die im Rahmen von IHR angewandte Methode erlaubt eine Abgrenzung der potenziellen Sturzbereiche im regionalen Maßstab auf der Basis des Pauschalgefälleansatzes. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass die Vernichtung der Energie proportional zur Länge der Sturzbahn ist, im Verhältnis zur Höhendifferenz zwischen Abbruchpunkt und Haltepunkt. In der numerischen Umsetzung dieses Ansatzes wurde das Konzept des „kegelförmigen Schattens“ verwendet, welcher ausgehend vom Sturzabbruchgebiet horizontal und vertikal jene Fläche begrenzt, innerhalb der fast alle Blöcke zum Stillstand kommen. Dieser „kegelförmige Schatten“ wird im Wesentlichen durch den vertikalen Winkel („viewshed“, Prinzip der „line of sight“ auf eine Fläche bezogen) oder den Winkel des Segmentes, in dem sich der Abbruchpunkt und der Haltepunkt befinden, bestimmt. Im dreidimensionalen Raum wird er vom horizontalen Winkel oder von der Winkelabweichung zur größten Hangneigung bestimmt. Über diese Art Modell gibt es zahlreiche Literatur (z.B. Heinimann et al. 1998). Im Rahmen der Erstellung der Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse wurde das Verfahren nach Heinimann et al. (1998) an die speziellen Anforderungen des zu untersuchenden Gebietes angepasst und für eine flächendeckende Anwendung und Realisierung in einem GIS modifiziert. Die Berechnung kann in folgende Schritte gegliedert werden:

- Ermittlung der potenziellen Abbruchgebiete
- Ermittlung der potenziellen Sturzbereiche

2.5.2.1 Ermittlung der potenziellen Abbruchgebiete

Da es nicht möglich war, in einem großen Gebiet detailliert Diskontinuitäten zu kartieren und/oder eine gezielte Analyse der lokalen Bruchkinematik durchzuführen, wurde auf verschiedene Kriterien zurückgegriffen, um flächendeckend und automatisiert die potenziellen Abbruchgebiete auszuwählen. Es wurden die folgenden Informationen für die Ableitung der potenziellen Abbruchgebiete verwendet:

- Bodennutzung
- Hangneigung

Die Bodennutzung wurde in Bodennutzungsklassen mit unterschiedlicher Anfälligkeit für das Abbrechen von Blöcken unterteilt. Die Bodennutzungsklassen Gebüsch, Wald, Schutt und Fels weisen die höchste Häufigkeit für Sturzprozesse auf. Dabei wurde die Karte der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzung in folgende Klassen unterteilt:

Bodennutzungskarte	Bodennutzungsklassen für die Sturzsimulationen
Wald	Wald
Sträucher und Latschenstauden	Hecken
Weiden oder kleine Büsche, Wiesen mit Bäumen	Hecken
Gebiet mit Schutt, spärliche Vegetation	Schutt
Fels	Fels
Hecken	Ackerland-permanente Kulturen, Wiesen, andere landwirt. genützte Flächen
Andere landwirt. genützte Flächen	Ackerland-permanente Kulturen, Wiesen, andere landwirt. genützte Flächen
Wiesenflächen	Ackerland-permanente Kulturen, Wiesen, andere landwirt. genützte Flächen
Dauerkulturen	Ackerland-permanente Kulturen, Wiesen, andere landwirt. genützte Flächen
Ackerland	Ackerland-permanente Kulturen, Wiesen, andere landwirt. genützte Flächen

Tab. 2-13: Kategorien der Bodennutzung

Der kritische Hangneigungswinkel, bei welchem Stürze ausgelöst werden können, wurde aufgrund von Analysen in Testgebieten in Übereinstimmung mit den von verschiedenen Autoren vorgeschlagenen Werten bestimmt. Hangneigungen über 33° (Heinimann et al. 1998) und zwischen 40° und 45° (Jaboyedoff e Labiouse 2003) wurden eingehend geprüft. Ein Vergleich der gewonnenen Ergebnisse mit realen Felswänden, von welchen Steinschlagphänomene ausgehen, hat gezeigt, dass das Kriterium einer Hangneigung über 33° sehr zuverlässig ist und die Realität widerspiegelt.

In einer ersten Phase wurde auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, die Lithologie mit ihren geomechanischen Eigenschaften und dem Zerlegungsgrad als dritten Parameter einzuführen. Diese Information war allerdings nicht im geeigneten Maßstab für die gesamte Provinz verfügbar. Der Fehler im Maßstab hätte das Ergebnis verschlechtert. In den Testgebieten wurde ermittelt, dass die Verwendung von nur zwei Kriterien eine gute Annäherung an die Realität gebracht hat. Es ist aber trotzdem die Tendenz gegeben, das Ausmaß der Flächen zu überschätzen (7%, was die Anzahl der möglichen Abbruchpunkte betrifft), aber es herrscht eine gute Übereinstimmung zwischen den tatsächlich kritischen Gebieten und den vorgeschlagenen. Die Überschätzung wird kleiner, je mehr die Hangneigung zunimmt; z.B. bei einer Hangneigung von 10° ist eine Abnahme der Abbruchpunkte von 85% bis 30% (bezogen auf die gesamten Abbruchpunkte), bei einer Hangneigung von über 33° ist eine Abnahme der Abbruchpunkte von 24% bis 17% und bei einer Hangneigung über 45° ist eine Abnahme zwischen 12% und 10% zu beobachten.

Hänge mit einer Neigung > 33° wurden in zwei Hangneigungsklassen eingeteilt: eine Klasse mittlerer Steilheit mit Neigungen zwischen 33° und 45° und eine Klasse großer Steilheit mit Neigungen zwischen 45° und 90°. Die daraus erhaltenen Bereiche wurden in Abbruchpunkte umgewandelt (mit einem Abstand entsprechend der Auflösung des digitalen Höhenmodells, DEM); diesen Punkten wurde die Steilheit des Hanges zugewiesen (unterteilt in Pixel), um die Berechnung der möglichen Ausbreitung zu erleichtern.

2.5.2.2 Ermittlung der potenziellen Sturzbereiche

Die potenziellen Ausbreitungsgebiete von Sturzprozessen wurden ausgehend von den potenziellen Abbruchpunkten durch die Verwendung der dreidimensionalen Zenitalmethode

bestimmt. Um die für die Bestimmung der Trajektorien verwendeten Winkel zu überprüfen, wurden zahlreiche Simulationen in Testgebieten durchgeführt. Der Wert des vertikalen Winkels (ϕ) kann durch folgende Gleichung abgeschätzt werden:

$$\phi = \arctan(H/L) \tag{1}$$

wobei

H ... Höhendifferenz zwischen Abbruchpunkt und Haltepunkt

L ... maximal zurückgelegte Strecke

Verschiedene Autoren haben basierend auf statistischen Parametern aus historischen Steinschlägen folgende vertikale Winkel vorgeschlagen:

- Onofri und Candian (1979): 27°, 41°
- Toppe (1987): 32°
- Heinimann et al. (1998): 33°-37°
- Focardi und Iotti (2001): 27°-29°
- Jaboyedoff und Labiouse (2003): 33°
- Corominas et al. (2003): 26° - 54°

Die niedrigen Winkel von 27,15° und 33°, welche von Onofri und Candian (1979) und von Heinimann et al. (1998) vorgeschlagen wurden, wurden überprüft. Die Überprüfung zeigte, dass der Wert von 27,15° im Vergleich zu den im Gelände kartierten Sturzgebieten weitgehend überschätzt ist. Der minimale Schwellenwert von 33° gleicht sich am besten an die Besonderheiten der untersuchten Gebiete an. Nach Heinimann et al. (1998) können in Abhängigkeit von der Bodennutzung, den geschätzten Dimensionen der möglichen Abbrüche, sowie auch von der Mächtigkeit des Bodens und der Regelmäßigkeit des Profils drei verschiedene Winkel unterschieden werden. Bei der Berechnung der Sturzgebiete wurden die Trajektorien durch Winkel definiert, gemessen an der Horizontlinie. Diese Winkel variieren von 33° (schlechteste Bedingungen: Bodennutzungskategorie, welche Blöcke leicht passieren lässt) bis zu den drei verschiedenen Hangneigungsklassen:

- 33° - 35°
- 35° - 37°
- > 37°

Größe der Blöcke (Durchmesser)	33°	35°	37°
< 0,5 m	Vegetation: Wiese Topografie: regelmäßig Boden: gering mächtig	Vegetation: Wald Topografie: leicht unregelmäßig Boden: mächtig	Vegetation: Wald Topografie: sehr unregelmäßig Boden: Hangschutt
0,5 – 2 m	Vegetation: Niederwald Topografie: leicht unregelmäßig Boden: gering mächtig	Vegetation: Wald Topografie: sehr unregelmäßig Boden: mächtig	
> 2 m	Vegetation: Wald Topografie: sehr unregelmäßig Boden: mächtig		

Tab. 2-14: Größe

Da die Winkel aufgrund morphologischer Gegebenheiten überschätzt waren (hohe subvertikale Felswände oberhalb von schmalen Wällen oder Verflachungen), wurden zahlreiche Fälle im Detail analysiert, um eine Reihe von Kriterien aufzustellen, welche eine kritische Interpretation der Ergebnisse ermöglichen und die praktische Anwendung optimieren.

Es wurden drei mögliche Szenarien der Berechnung der Reichweite von Sturzprozessen unterschieden, ausgehend von der Korngröße des beteiligten Materials:

Fall 1: Material weniger als 0,5 m im Durchmesser mit drei möglichen Ausbreitungsstreifen (33°- 35°, 35°-37°, 37°-Neigung des Hanges)

Fall 2: Material mit einem mittleren Durchmesser zwischen 0,5 m und 2 m und zwei möglichen Ausbreitungsstreifen (33°-35°, 35°-Neigung des Hanges)

Fall 3: Material mit einem mittleren Durchmesser größer als 2 m mit einem einzigen möglichen Ausbreitungsstreifen (33°-Neigung des Hanges)

Die flächendeckende Anwendung der Zenitalmethode erforderte die Berücksichtigung von möglichen Abweichungen der Sturzbahn von der idealen Falllinie. Aufgrund der Analyse historischer Felsstürze (Steinschläge) wurde beschlossen, im Rahmen der Erstellung der Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse eine mögliche Abweichung von +/- 15° von der Falllinie anzunehmen. Damit können ausreichend repräsentative Kegel berechnet werden, ohne das Phänomen der seitlichen Abweichung von der Falllinie überzubewerten.

Die Ausarbeitung der Daten und die Erstellung der Trajektorien wurde durch die Erweiterung Spatial Analyst der Software ArcGis 8.3, besonders durch die Funktion „viewshed“, realisiert. Diese Funktion erlaubt es, ausgehend von spezifischen Abbruchpunkten, ein von einem oder mehreren Punkten sichtbares Raster zu berechnen, abhängig von den vorher festgelegten Winkeln.

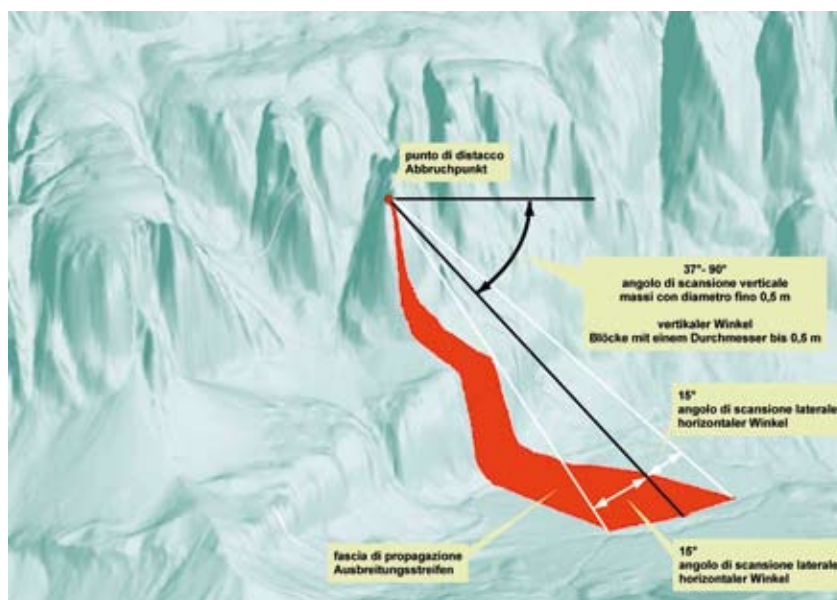


Abb. 2-29: Grafische Darstellung der Methode zur Berechnung der potenziellen Sturzgebiete

Um die Richtigkeit dieser empirischen Methode zu überprüfen, wurden die Ergebnisse aus den Simulationen direkt im Gelände nachgeprüft, indem die zu erwartenden Sturzweiten mit den tatsächlich vorhandenen Ablagerungen von Sturzmaterial am Fuße von ausgewählten Felswänden verglichen wurden. Zusätzlich wurden Ausschnitte aus der Gefahrenhinweiskarte für

Sturzprozesse mit den Ergebnissen von physikalisch-kinematische Modellen (z.B. Programm Rotomap, Geo&Soft) verglichen.

2.5.3 Ergebnisse

Ergebnis des Verfahrens ist eine Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse. Diese ist zusammengesetzt aus den potenziellen Abbruchgebieten, aus den Sturzbahnen von Blöcken mit einem Durchmesser bis 0,5 m, aus den Sturzbahnen von Blöcken mit einem Durchmesser zwischen 0,5 und 2 m und den Sturzbahnen von Blöcken mit einem Durchmesser von über 2 m.

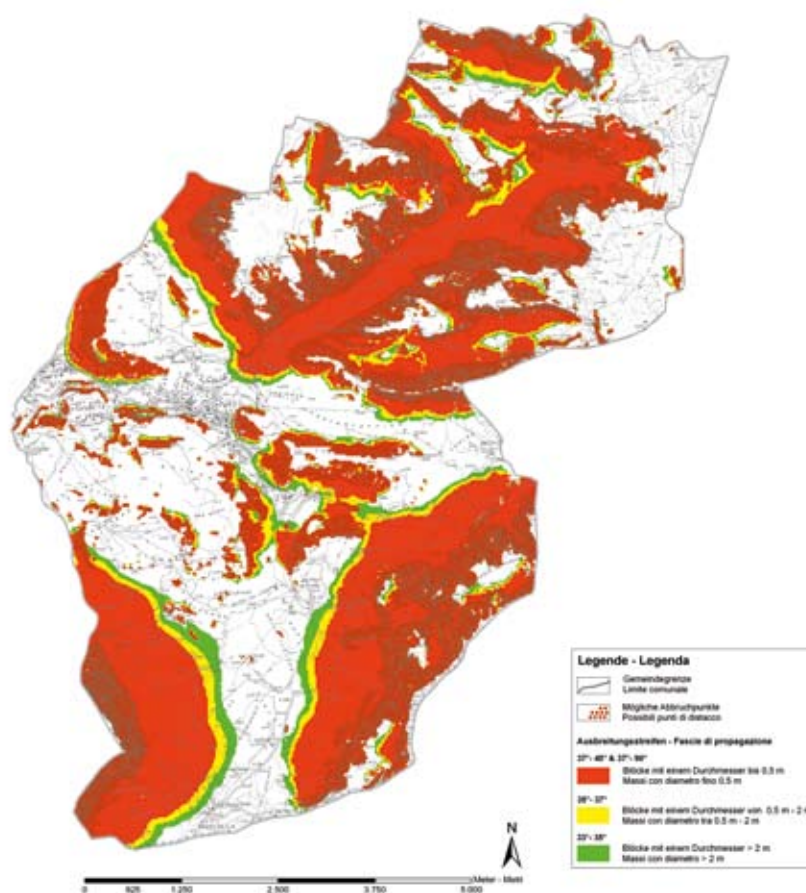


Abb. 2-30: Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse, Kartenausschnitt bei Wolkenstein

2.5.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Das Verfahren erlaubt eine einfache und zeitsparende Bearbeitung größerer Gebiete. Die angewandte Methode hat einerseits den Vorzug, dass sie auf einer begrenzten Anzahl von Eingangsdaten beruht, welche flächendeckend verfügbar sind (DEM und Bodennutzung), andererseits ist sie weitgehend von der Definition und Gültigkeit dieser Daten beeinflusst. Die Untersuchungen wurden anhand eines digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von 20 m durchgeführt, was die Genauigkeit der Analyse selbst um mindestens $\pm 20m$ beeinflusst, so

wohl was die Auswahl der möglichen Abbruchpunkte als auch die Abgrenzung der möglichen Ausbreitungszonen betrifft. Auch wenn die Verwendung eines DEM mit einer solchen Auflösung kleinräumige morphologische Veränderungen nicht ermöglicht und dadurch lokale Ungenauigkeiten verursacht werden, konnte eine kosteneffiziente Abgrenzung der potenziellen Sturzbereiche im regionalen Maßstab durchgeführt werden, welche den Genauigkeitsansprüchen genügt. Die Verwendung eines hochauflösenderen DEM ermöglicht zwar eine genauere morphologische Abbildung der Sturzbahnen, führt aber außer zu längeren Rechenzeiten zu einem zu hohen Detaillierungsgrad für diesen Untersuchungsmaßstab und macht es nötig, der Analyse eine größere Anzahl an Eingabeparametern zugrunde zu legen. Die aus der Verwendung von verschiedenen DEM erhaltenen Daten haben gezeigt, dass je höher aufgelöst das DEM ist, umso mehr sind die nach der empirischen Methode ausgewählten Abbruchpunkte im Vergleich zu den realen Abbruchpunkten überschätzt. Wenn, basierend auf dem DEM mit einer Auflösung von 20 m, die Anwendung des empirischen Modells zu einer wesentlichen Abgrenzung von Felswänden mit möglichen Abbrüchen (Überschätzung von 7% bei einer Steilheit von 33°) führt, so hat man bei der Verwendung eines höher auflösenden DEM bei einer Hangneigung von 33° eine Überschätzung von 15%. Daraus entsteht die Notwendigkeit, die geologischen Eigenheiten des zu untersuchenden Gebietes zu berücksichtigen und ausschließlich die Lithologien zu untersuchen, welche aufgrund ihrer lithotechnischen Eigenheiten und dem Zerlegungsgrad Stürze hervorrufen können. Dies kann wiederum die Anwendbarkeit der Methode im regionalen Maßstab verringern. Außerdem wurde festgestellt, dass eine höhere Auflösung des DEM zwar die Genauigkeit bei der Festlegung der Gebiete mit möglicher Ausbreitung von Stürzen beeinflusst, die Ergebnisse der Analyse aber nicht wesentlich verbessert.

Die Eingangsdaten, welche aus der Bodennutzungskarte gewonnen werden, haben für die Auswahl der möglichen Abbruchgebiete fundamentale Bedeutung. Daraus folgt, dass die Genauigkeit der Eingangsdaten wesentlich die Abgrenzung jener Abbruchpunkte beeinflusst, welche als Basis für die Zenitalanalyse verwendet werden.

Nachher durchgeführte Untersuchungen haben eine Überprüfung der Genauigkeit des Modells erlaubt. Es hat sich herausgestellt, dass bei der Verwendung eines DEM mit einer Auflösung von 20 m die durch die Zenitalmethode erhaltenen Daten nur um ca. 10% überschätzt waren im Vergleich zu jenen, welche man mit physikalischen Methoden erhält (z.B. Rotomap; Geo&Soft) und um 38% im Vergleich zu den effektiv im Gelände kartierten Blöcke. Berücksichtigt man allerdings die mit der Auflösung des Ausgangs-DEM verbundenen Grenzen von ± 20 m, kann man schließen, dass die Zenitalmethode die zu erwartenden Resultate um ca. 20% überschätzt. Außergewöhnliche Überschätzungen wurden dort erhalten, wo mächtige subvertikale Felswände oberhalb von Verflachungen vorkommen. In diesem speziellen Fall nahm der Streifen mit der maximalen möglichen Ausbreitung von Stürzen um 30% gegenüber der realen Situation zu.

Diese Ergebnisse stammen aus durchgeführten Analysen, wobei die Ausbreitungstreifen der Klasse 37°-90° berücksichtigt wurden, da diese als die Kategorie mit größter Wahrscheinlichkeit von Sturzprozessen gilt. Daher wurde abgeleitet, dass die Streifen 33° und 35° sehr ungünstige Bedingungen darstellen, welche nur in seltenen Fällen zutrifft.

Das empirische Modell stellt, wenn auch mit einigen Einschränkungen, eine gültige Lösung für die Erstellung einer Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse im regionalen Maßstab dar (großes Gebiet, 1:25.000). Für raumplanerische Aspekte in Gebieten mit schadensanfälligen Objekten müssen zusätzliche detaillierte Untersuchungen im lokalen Maßstab durchgeführt werden, um eine genaue Beurteilung der Problematik zu ermöglichen.

Die Auswahl des Zugehörigkeitsstreifens durch den Benutzer dieser Karte für weitergehende Analysen muss aufgrund der Verhältnisse in der Umgebung, der Vegetation am Fuße der Fels-

wand, der Mächtigkeit des Bodens und der topografischen Gegebenheiten getroffen werden. Das Verfahren berücksichtigt nicht die vorhandenen Schutzbauten. Dies ist bei der Interpretation der Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse zu berücksichtigen. Die durch das empirische Modell bestimmten, potenziellen Ausbreitungsgebiete von Blöcken können im Hinblick auf schadenanfällige Objekte betrachtet werden (Ortskerne und Straßen), welche im untersuchten Gebiet vorkommen. Dies ermöglicht es, hervorzuheben, wie die Verteilung der effektiv sturzgefährdeten Gebiete ist, und welche Felswände einer genaueren Untersuchung zu unterziehen sind. Diese Methode erlaubt es, eine Zonierung des Gebietes zu erhalten, welche sofort eventuelle Überlagerungen zwischen potenziellen Sturzbereichen und schadenanfälligen Zonen bewertet. Die durch das Modell erhaltenen Karten stellen ein nützliches Instrument dar, um Siedlungsbereiche auszuweisen, für welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

Literatur

- Corominas, J., Copons, R., Vilaplana, J.M., Altimir, J., Amigò, J. (2003): From landslide hazard assessment to management, the Andorran experience. International Conference on Fast Slope Movements, Prediction and Prevention for Risk Mitigation. A cura di Picarelli L., (Associazione Geotecnica Italiana dalla Patron, ed.).
- Focardi, P., Iotti A. (2001): Confronto di metodi di calcolo per la determinazione del percorso di blocchi a seguito di frane di crollo. *Geologia tecnica e ambientale*. 2, pp.3-8.
- Geo&Soft (2004): Rotomap, Manuale d'uso. www.geo&soft.it
- Heinimann, H.R., Hollenstein, K., Kienholz, H., Krummenhacher, B., Mani, P. (1998): Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. *Umwelt-Materialien* Nr. 85, Naturgefahren, BUWAL, Bern.
- Jaboyedoff, M., Labiouse, V. (2003): Preliminary assessment of rockfall hazard based on GIS data. ISRM 2003, Technology roadmap for rock mechanics. South Africa Institute of Mining and Metallurgy.
- Onofri, R., Candian, C. (1979): Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976. *Reg. Aut. Friuli-Venezia-Giulia, CLUET*, 42 pp.
- Toppe, R. (1987): Terrain model: a tool for natural hazard mapping. In: *Avalanche formation, movement and effects*. Edited by Salm, B.; Gubler, H. Int. Ass. Of Hydrological Sciences. Wallingford, UK Publ.162, 629-638.

2.6 Gefahrenhinweiskarte Schwemmholz-Wildholz

Bruno Mazzorana, Andreas Zischg

2.6.1 Einführung

Die letzten Murgangereignisse und Gebirgsflusshochwasserereignisse haben den deutlichen Hinweis geliefert, dass mittransportiertes Schwemmholz im Bereich hydraulischer Schwachstellen, Brücken und anderen Einbauten das Gefahrenpotenzial erheblich steigern kann. Es ist daher notwendig, bereits auf Hinweisebene, die Schwemmholz liefernden Wildbacheinzugsgebiete hinsichtlich der vom Schwemmholztransport ausgehenden Gefahr zu klassifizieren, um die Gefahrenzonenplanung und die Projektierung von Schutzmaßnahmen zu optimieren. In dieser Arbeit wird eine Methode zur Ermittlung des vom Schwemmholztransport ausgehenden Gefahrenpotenzials auf Hinweisebene vorgestellt und die Implementierung des Berechnungsalgorithmus in eine GIS-Umgebung näher beleuchtet.

In einem ersten Schritt wurden aus den vorhandenen Datenebenen zur Waldbedeckung, Topografie, Hydrografie und Hydrologie Wildholz-liefernde Flächen identifiziert und jene ausgewählt, die das Gerinne wie ein Saum umgeben. Zudem wurden jene Waldflächen identifi-

ziert, die im Einflussbereich von Hangmuren und Oberflächenrutschungen liegen und deren Wirkungsbereich direkt mit dem Vorfluter zusammenhängt und diesem daher direkt nicht nur Geschiebe, sondern auch transportierbares Schwemmh Holz liefern. In einem weiteren Schritt quantifiziert ein Indikator die Schwemmh Holztransportkapazität des Gerinnes aufgrund eindeutiger topografischer Parameter. Die Ergebnisse wurden anhand eingetretener Ereignisse und Bachbegehungen auf deren Plausibilität hin überprüft. Die Kenntnis über die Gefahr durch Schwemmh Holz nimmt mit einer gesamtheitlichen Schutzwaldbewirtschaftung Eingang in den Forstplanungsprozess.

2.6.2 Methode

Das Kernstück der Methode ist die GIS-basierte Identifikation der Schwemmh Holz liefernden Flächen. Das Modell berücksichtigt, auf das Wesentliche vereinfacht, die involvierten Prozesse am Hang und im Gerinne, sowohl die Schwemmh Holzproduktion, als auch die Transportbereitschaft im Gerinne. Die wesentlichen Produktionsprozesse spielen sich sowohl am Hang, als auch im unmittelbaren Gerinnebereich ab.

2.6.2.1 Klassifikation der Schwemmh Holz liefernden Flächen

Die Hangflächen wurden aus der Sicht der Wildholz / Schwemmh Holzproduktion festgelegt.

a) AWB-Flächen („active wood buffer“): Dies ist der unmittelbare Waldsaum, welcher das Gerinne umgibt. Fallende Bäume gelangen direkt ins Gerinne und sind wesentlich an den geomorphologischen Prozessen beteiligt. In der englischsprachigen Literatur sind die aus dem AWB-Bereich stammenden Holzablagerungen als „autochtone jams“ (z.B. Stämme vor Ort) bekannt. An sich wird die Sohle durch diese Holzeinträge bis zu einem Hochwasser bestimmter Häufigkeit stabilisiert, ab einer gewissen Intensität jedoch folgen Mobilisierungsvorgänge.

b) RWB-Flächen („recharging wood buffer“): Dieser bewaldete Saum schließt direkt an die AWB-Flächen nach außen hin an. Fallende Bäume erreichen nicht direkt das Gerinne, sie können jedoch weitere Bäume aus den AWB-Flächen mitreißen oder unter besonders steilen Geländebedingungen ins Gerinne gelangen.

Die Parameter, welche die Breite des AWB- und RWB-Saumes bestimmen, sind einerseits wesentliche Bestimmungsgrößen des Waldbestandes, andererseits geländemorphologische Größen. Die Autonome Provinz Bozen – Südtirol verfügt über eine georeferenzierte Karte der Waldtypen, die über weite Landesteile verfügbar ist. Die Bestandesgröße, die gut mit dem Waldvorrat korreliert, ist die potenzielle Baumhöhe. Der Geländeeinfluss wird über die Geländeneigung modelliert.

c) PRP-Flächen („preferential recruitment paths“): Es sind im Wesentlichen Hangmuren - Prozess trajektorien und steile Gerinne in bewaldeten Gebieten, welche bis ins Hauptgerinne reichen. Hier begünstigt der Hangprozess selbst den Wildholztransport bis ans Gerinne, auch aus Entfernungen welche die Breite des AWB- und RWB-Saumes übersteigen. Die Identifikation dieser Trajektorien erfolgt auf der Basis folgender Datenebenen: Gefahrenhinweiskarte Murgang und Übersarung, Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten (ED30).

d) PCA-Flächen („preferential contributing areas“): Es sind Flächen potenzieller Oberflächenrutschungen („shallow landslides“) in bewaldeten und an das Gerinne angrenzenden Hangbereichen. Zur Identifikation dieser instabilen Zonen können Modelle wie SHALSTAB (Montgomery & Dietrich 1994) oder SINMAP (Pack et al. 1998) herangezogen werden, um zusätzlich zu den bekannten Rutschflächen auch die potenziell aktiven zu berücksichtigen. Um der Tatsache gerecht zu werden, dass die PRP- und PCA-Flächen als besonders wirksame Wildholz liefernde Flächen einzustufen sind, werden sie PARA-Flächen („particularly active recruitment areas“) genannt. Folgende Abbildung zeigt schematisch die Abläufe am Hang:

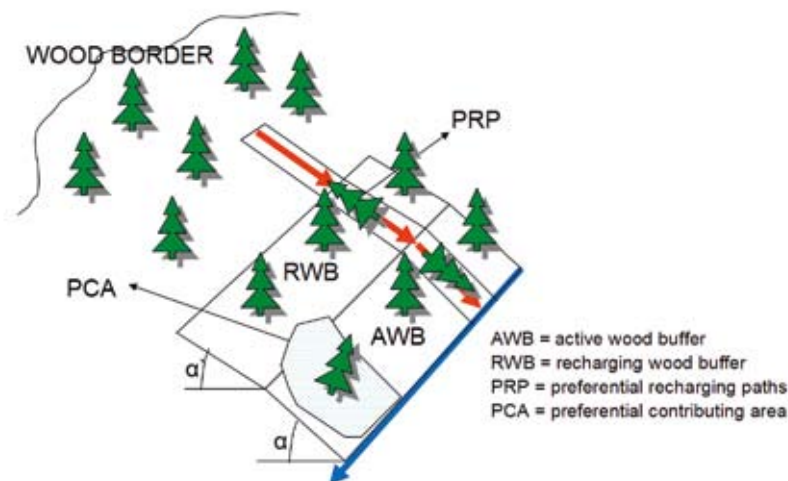


Abb. 2-31: Schematische Darstellung der Typen von Schwemmholz liefernden Flächen

e) Die Baum- und Strauchvegetation, welche direkt der Schleppkraft des Wassers oder des Wasser-Feststoffgemisches im Extremereignisfall ausgesetzt ist bzw. durch Seiten- und Tiefenerosion mitgerissen wird, bedarf im Modell einer besonderen Berücksichtigung. Diese Bereiche werden im Falle eines Wildbaches als TIZ-Flächen („torrent influence zones“) und im Falle der Gebirgsflüsse als RIZ-Flächen („river influence zones“) bezeichnet.

2.6.2.2 Berechnungsablauf

a) Berechnung der Breiten der AWB- und des RWB-Saumes: Die Breiten des AWB- und des RWB-Saumes werden wie folgt berechnet:

für Hangneigungen kleiner als 10%

$$w_{AWB} = h_r \tag{1}$$

w_{AWB} ... Breite des AWB- Saumes (engl. „width of AWB- buffer“)

h_r ... potenzielle Baumhöhe (engl. „reference tree height“)

für Hangneigungen größer als 10%:

$$w_{AWB} = [h_r (1 + i_{hs})] G \tag{2}$$

w_{AWB} ... Breite des AWB- Saumes („width of AWB- buffer“)

h_r ... potenzielle Baumhöhe („reference tree height“)

i_{hs} ... Hangneigung

G ... Koeffizient zur Mitberücksichtigung besonderer Einflussfaktoren wie Windwurfanfälligkeit oder hohe Waldsterblichkeit ($G = 1$ auf Hinweisebene)

Die Berechnung der Breite des RWB-Saumes erfolgt analog zur Berechnung der Breite des AWB-Saumes, folglich:

$$W_{RWB} = [h_r (1 + i_{hs})] \cdot G \cdot 2 \quad (3)$$

b) Berechnung der Breiten der PRP-Flächen: Bei vorhandener Gefahrenhinweiskarte zu den Prozessen Murgang und Übersarung wurden diese Flächen, falls sie bewaldete Hangbereiche durchstreifen, für die Berechnung der PRP-Flächen verwendet. Diese Information kann bei Bedarf mit den kartierten Prozessflächen aus der Ereignisdokumentation verdichtet werden.

c) Berechnung der PCA-Flächen: Im Prinzip beruht die Identifikation der PCA Flächen auf einer GIS-basierten Hangstabilitätsberechnung vom Ansatz SHALSTAB, welcher ausgehend von geländespezifischen Parametern und Kennwerten wichtiger Bodeneigenschaften und Niederschlagsintensitäten stabile, bedingt stabile und instabile Bereiche am Hang identifiziert. Die instabilen Bereiche im bewaldeten Gebiet, die an die TIZ- oder RIZ-Flächen angrenzen, wurden als relevante PCA-Flächen ausgewiesen.

d) Berechnung der PARA-Flächen: Diese Flächen ergaben sich aus der Vereinigung der PRP- und PCA-Flächen.

e) Bestimmung der TIZ- oder RIZ-Flächen: Die TIZ- oder RIZ-Flächen wurden in diesem Projekt auf Basis der Gefahrenhinweiskarten für die Prozesse Murgang und Übersarung ausgeschieden. Die Transit- und Ablagerungsbereiche dieser Prozesse im Hauptgerinne bilden die TIZ- oder RIZ-Flächen. Eine detaillierte Bestimmung dieser Wildbach- oder Gebirgsflusseinflussbereiche kann über zweidimensionale hydrodynamische Simulationen erfolgen.

Folgende Abbildung zeigt die behandelten Bereiche:

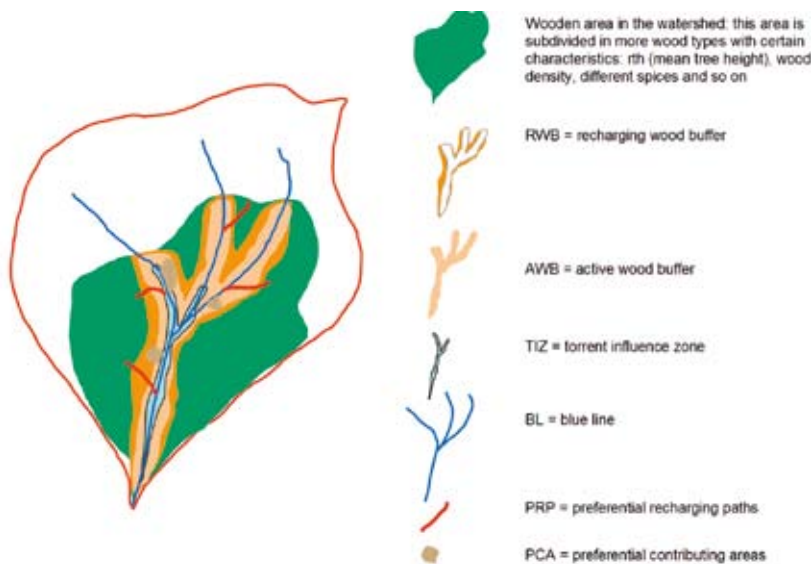


Abb. 2-32: Schematische Darstellung der räumlichen Abgrenzung der Typen von Schwemmholz liefernden Flächen

2.6.2.3 Berechnungsalgorithmus

Als erster Schritt wurden die Gerinnestrecken aus dem digitalen Geländemodell abgeleitet. Nach den Formeln (1), (2) und (3) wurden längs dieser Gerinnestrecken die AWB- und RWB-

Flächen ermittelt. Anschließend wurden die PARA-Flächen (PRP und PCA) sowie die RIZ-/ TIZ-Flächen anhand der benötigten Datenebenen, auf die bereits eingegangen wurde, ermittelt. Für jeden Kontrollpunkt (Pixel) entlang der Gerinnestrecken wurden die Wildholz / Schwemmmholz liefernden Flächen mit folgendem Indikator erfasst:

$$RA_{hs,i} = a \cdot (AWB_{left,i} + AWB_{right,i}) + b \cdot (RWB_{left,i} + RWB_{right,i}) + c \cdot (PARA_{left,i} + PARA_{right,i}) \quad (4)$$

$RA_{hs,i}$... Wildholz/Schwemmmholz liefernde, zum i-ten Kontrollpunkt gehörende Flächen am Hang (orografisch rechts und links, „recruitment areas on hill slopes“)

Analog wird für die Schwemmmholz liefernden Flächen im Gerinne vorgegangen:

$$RA_{instream,i} = d \cdot (TIZ_{tot,i} \vee RIZ_{tot,i}) \quad (5)$$

$RA_{instream,i}$... Wildholz/Schwemmmholz liefernde, zum i-ten Gerinneabschnitt gehörende Flächen im Gerinne („instream recruitment areas“)

PARA-Flächen in den AWB- und RWB-Bereichen wurden höher gewichtet, bei überlagernden Flächen wurde jeweils der höchste Koeffizient berücksichtigt. Die Koeffizienten a, b, c, d sind Eichungsparameter für die Gewichtung der Flächen und sollten den regionalen Verhältnissen angepasst werden. Eine qualitative Analyse der abgelaufenen Ereignisse (ED30) lässt vermuten dass:

$$d > c > a > b$$

In Südtirol wurden für diese Koeffizienten folgende Werte angenommen:

$$d = 1; c = 0.7; a = 0.5; b = 0.2$$

Aufgrund der wenigen Aufzeichnungen über abgelagertes bzw. transportiertes Schwemmmholz sind diese Werte als erste Indikationen zu interpretieren. Die künftige Ereignisdokumentation wird der präziseren Festlegung dieser Werte zweckdienlich sein. Die $RA_{hs,i}$ und $RA_{instream,i}$ sind an den i-ten Gerinneabschnitt gebunden und sind ein Indikator für das am i-ten Kontrollpunkt abtransportierbare Schwemmmholzvolumen.

Zum Schwemmmholztransport durchgeführte Studien (Braudrick et al. 1997) ergaben, dass es in Gebirgsflüssen oder Wildbächen mit geringer Längsneigung gewisser Fließtiefen ($h \geq 2d_{BHD}$) und Gerinnebreiten ($b \geq L_{Schwemmmholz}$) sowie nicht zu kleiner Krümmungsradien der Bach- oder Flussachse bedarf, um das Schwemmmholz über größere Distanzen transportieren zu können. In stark Geschiebe führenden oder murfähigen Wildbächen mit erheblichem Längsgefälle wird das Schwemmmholz in das Wasser-Feststoffgemisch aufgenommen, zum Teil zerkleinert und in Abwesenheit von Hindernissen bis zu den Ablagerungsgebieten der Gesteinsfeststoffe weiterbefördert. Zur Beschreibung des Schwemmmholztransportes auf Hinweisebene sind folgende Größen relevant:

- Q_{max} ... maximaler Abfluss an der Endsektion des Einzugsgebietes
- $slope_i$... mittleres Längsgefälle vom i-ten Gerinneabschnitt bis zur Endsektion
- $l_{rup,i}$... relative Länge der Fließstrecke vom i-ten Gerinneabschnitt bis zum entferntesten Punkt im Einzugsgebiet an der Wasserscheide

Die Verhältniszahl $I_{rup,i}$ (relative Länge der Fließstrecke vom i-ten Gerinneabschnitt bis zum entferntesten Punkt im Einzugsgebiet an der Wasserscheide) teilt jedem Gerinneabschnitt, je nach Lage im Einzugsgebiet einen bestimmten Anteil des maximalen Abflusses Q_{max} zu. Somit wird man der Tatsache gerecht, dass nahe der Endsektion ein größerer Abfluss, d.h. mehr Transportkapazität zur Verfügung steht, um das vorhandene Holz zu mobilisieren und weiterzubefördern. Sie berechnet sich wie folgt:

$$I_{rup,i} = 1 - \frac{l_i}{l_{max}}; \quad (6)$$

Es wurden folgende zwei Indikatoren zur Erfassung der potenziellen Schwemmholzgefahr auf Hinweisebene berechnet:

Indikator 1:

$$TRAI = Q_{max} \cdot \frac{1}{A_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^k slope_i \cdot (RA_{i,hs} + RA_{i,instream}) \quad (7)$$

Indikator 2:

$$TRAI = Q_{max} \cdot \frac{1}{A_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^k [I_{rup,i} \cdot slope_i \cdot (RA_{i,hs} + RA_{i,instream})] \quad (8)$$

k ... Anzahl der Kontrollpunkte

A_{tot} ... Einzugsgebietsfläche

TRAI ... Schwemmholzindikator (engl. „total recruitment area indicator“)

Der Ausdruck

$$\frac{1}{A_{tot}} \cdot \sum_{i=1}^k [I_{rup,i} \cdot slope_i \cdot (RA_{i,hs} + RA_{i,instream})]$$

erklärt die Schwemmholztransport-Prädisposition im betrachteten Wildbacheinzugsgebiet. Der Abfluss Q_{max} quantifiziert bei gegebener Prädisposition den potenziellen Weitertransport.

2.6.2.4 Implementierung in ein GIS

Der im vorhergehenden Abschnitt vorgestellte Algorithmus ist in seiner Formulierung so konzipiert, dass eine Implementierung, sei es in GIS-Umgebung, sei es in einer GIS-externen, eigenständigen Anwendung grundsätzlich durchführbar ist. In dieser Arbeit wurde der ersten Möglichkeit der Vorzug gegeben, da das Programm ArcGis 9.2 von ESRI mit dem Tool „Model-Builder“ Funktionen bereitstellt, die für eine optimierte Implementierung sinnvoll genutzt werden können. Die Entwicklungsumgebung, die eine Strukturierung des Programms vorwiegend auf visuell-grafischer Art und Weise ermöglicht, unterstützte wesentlich die Programmierung des Prototyps und die Sensitivitätsstudien für die Suche der optimalen Koeffizienten. Die Umsetzung des Verfahrens erfolgte rasterbasiert. Der Indikator TRAI wurde in vorgegebenen Einzugsgebieten für jede Zelle berechnet. Der Wert dieses Indikators an der Endsektion jedes der vorgegebenen Wildbacheinzugsgebiete wurde dem Datensatz der Wildbacheinzugsgebiete zugewiesen. Folgende Abbildung zeigt die Programmstruktur zur Ermittlung des TRAI Indikators.

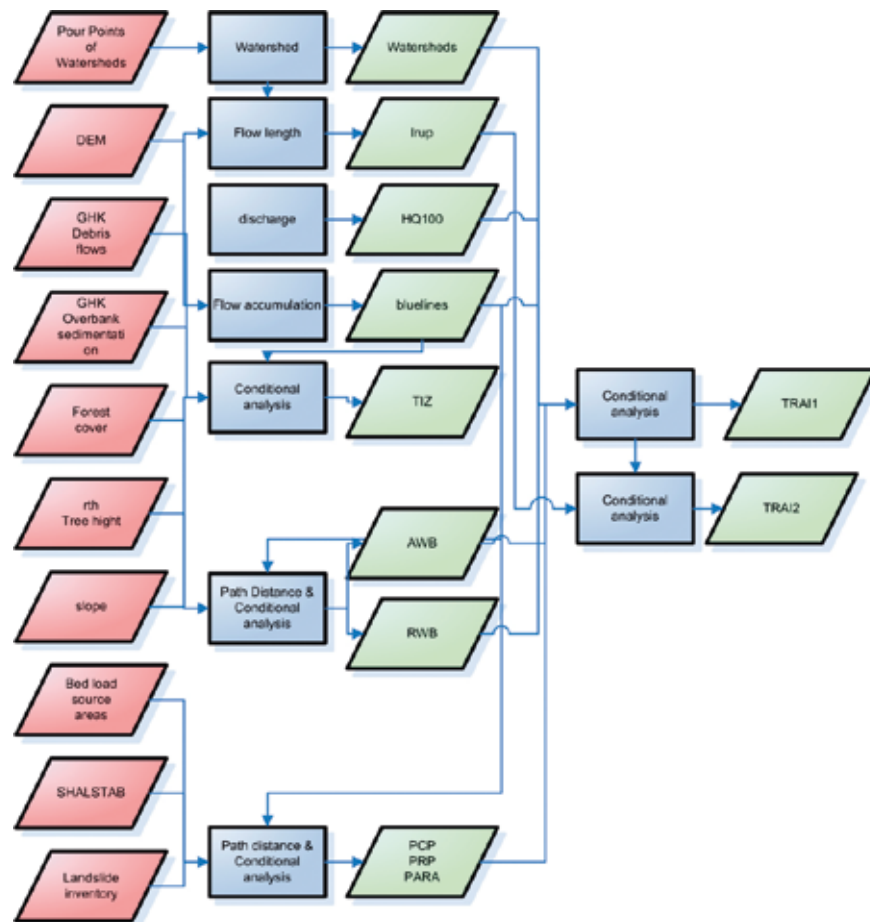


Abb. 2-33: Programmstruktur des Verfahrens (vereinfacht)

Um über die Gefahrenhinweisebene hinaus den Schwemmholttransport detaillierter analysieren zu können, stellt das Programm dem Benutzer folgende Möglichkeiten bereit:

a) Analysestufe Gefahrenhinweisebene: Das Regionalplanungsinstrument verwendet die in den vorhergehenden Abschnitten vorgestellten Datensätze, welche entweder flächendeckend bereits zum heutigen Zeitpunkt vorhanden sind oder es in absehbarer Zukunft sein werden. Der Abfluss Q wird für das jeweils analysierte Einzugsgebiet auf Basis eines empirischen Ansatzes zur Berechnung des hundertjährigen Abflusses auf Basis der Einzugsgebietsgröße bestimmt, der konform mit den Abflussberechnungsmethoden ist, die für die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte Murgang verwendet wurden.

b) Analysestufe Einzugsgebietsstudie: Im Prinzip können alle Inputdaten vom Benutzer definiert werden, z.B. ein digitales Höhenmodell mit hoher Auflösung, Werte aus hydrologischen Berechnungen, modifizierte Datenebenen zur Waldbedeckung (potenzielle Baumhöhe, Flächen mit unterschiedlichem Bedeckungsgrad) und andere Werte für die Koeffizienten a , b , c , d , die aus vertieften Detailstudien hervorgehen. Diese Analysestufe wurde in einem VBA-Makro umgesetzt.

c) Weiterentwicklung des Programms: Die Möglichkeit der eigenständigen Weiterentwicklung wird aufgrund des jungen Forschungsstadiums der Schwemmh Holzproblematik als ein zentraler Punkt angesehen. Die einzelnen Module des Programms können ersetzt oder modifiziert werden. Wird z.B. ein wahrscheinlichkeitstheoretischer Ansatz für den Wildholzeintrag ins Gerinne sowie für die Mobilisierung und den Weitertransport des Schwemmholzes entwickelt, kann das Hauptprogramm dementsprechend angepasst werden. Solche Ansätze sind derzeit an der Abteilung Wasserschutzbauten in Entwicklung (Mazzorana 2007 in vebis).

2.6.2.5 Modelleichung

Die Eichung des Modells ist aufgrund der Qualität und Quantität der Aufzeichnungen zu den Schwemmh Holzvolumina, die während der Extremereignisse transportiert wurden, nur auf qualitativem Niveau sinnvoll möglich. Es wurde wie folgt vorgegangen:

a) Sammlung und Auswertung der Informationen zu den Ereignissen in den verschiedenen Wildbacheinzugsgebieten: ED30, IFFI, Fotomaterial. Es wurden jene Wildbacheinzugsgebiete selektiert, in denen mit Sicherheit der Schwemmh Holztransport eine relevante Rolle gespielt hat.

b) Abschätzung der Wildholz oder Schwemmh Holz liefernden Flächen. Um eine übersichtliche Begutachtung der Einzugsgebiete hinsichtlich der Schwemmh Holzproblematik zu erleichtern, wurde folgendes Bewertungssystem entwickelt:

- Einteilung der Fließwege nach Strahler: Für jede Fließstrecke (inklusive orografisch rechter und linker Hang), deren Längsneigung über GIS-Funktionen erfassbar ist.
- Für jede Fließstrecke wird das in folgender Abbildung dargestellte Formular ausgefüllt

Trakt:								
Strahlerindex:								
Hang - orographisch rechts:								
1 PCA	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> vereinzt	<input type="radio"/> flüchtig	Neigung [m/m]	<input type="text"/>	Fläche [km ²]	<input type="text"/>
2 PRP	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> vereinzt	<input type="radio"/> flüchtig	Neigung [m/m]	<input type="text"/>	Fläche [km ²]	<input type="text"/>
3 PARA (1+2)	Wildholzeintrag	<input type="radio"/> gering	<input type="radio"/> mittel	<input type="radio"/> gross				
4 AWB	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden			% der Traktlänge	<input type="text"/>
Konnex mit TIJ	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden				
5 RWB	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden			% der Traktlänge	<input type="text"/>
6 AWB+RWB	Wildholzeintrag	<input type="radio"/> gering	<input type="radio"/> mittel	<input type="radio"/> gross				
Hang - orographisch links:								
1 PCA	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> vereinzt	<input type="radio"/> flüchtig	Neigung [m/m]	<input type="text"/>	Fläche [km ²]	<input type="text"/>
2 PRP	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> vereinzt	<input type="radio"/> flüchtig	Neigung [m/m]	<input type="text"/>	Fläche [km ²]	<input type="text"/>
3 PARA (1+2)	Wildholzeintrag	<input type="radio"/> gering	<input type="radio"/> mittel	<input type="radio"/> gross				
4 AWB	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden			% der Traktlänge	<input type="text"/>
Konnex mit TIJ	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden				
5 RWB	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden			% der Traktlänge	<input type="text"/>
6 AWB+RWB	Wildholzeintrag	<input type="radio"/> gering	<input type="radio"/> mittel	<input type="radio"/> gross				
Gerinne TIJ								
7 Vegetation	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden			% der Traktlänge	<input type="text"/>
8 Bachaktivität	<input type="radio"/> mäßig	<input type="radio"/> Geschlechtstransport						
9 Erosion	Sidererosion rechts	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden	Anfälligkeit	<input type="radio"/> gering		
		<input type="radio"/> nicht vorhanden				<input type="radio"/> mittel		
						<input type="radio"/> gross		
	Tiefenerosion	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden	Anfälligkeit	<input type="radio"/> gering		
		<input type="radio"/> nicht vorhanden				<input type="radio"/> mittel		
						<input type="radio"/> gross		
	Sidererosion links	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden	Anfälligkeit	<input type="radio"/> gering		
		<input type="radio"/> nicht vorhanden				<input type="radio"/> mittel		
						<input type="radio"/> gross		
10 Ablagerung	<input type="radio"/> vorhanden	<input type="radio"/> durchgehend vorhanden	<input type="radio"/> abschnittsweise vorhanden	<input type="radio"/> an Auslenkungen				
	<input type="radio"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> zirkulierend						
11 Transportkapazität in Bezug auf die Erreichbarkeit der Kontrollsektion	<input type="radio"/> voraussichtlich in sehr grossen Mengen	<input type="radio"/> voraussichtlich in grossen Mengen	<input type="radio"/> voraussichtlich in geringen Mengen	<input type="radio"/> voraussichtlich in vernachlässigbaren Mengen				
Schwemmh Holzgefahr RATING:								
	sehr gering	2	3	4	sehr gross	5		

Abb. 2-34: Schema für die Bewertung der Schwemmh Holzproblematik in Wildbacheinzugsgebieten

c) Iterative Anpassung der Koeffizienten, die für die Berechnung des TRAI Indikators verwendet werden.

2.6.3 Ergebnisse

Ergebnis des Verfahrens ist die Klassifizierung der Wildbacheinzugsgebiete auf Basis der TRAI-Indikatoren. Mit der Klassifikation der Einzugsgebiete kann auf die Relevanz der Schwemmholzlieferung und des Schwemmholztransportes bei der Gefahrenbeurteilung im lokalen Maßstab hingewiesen werden.

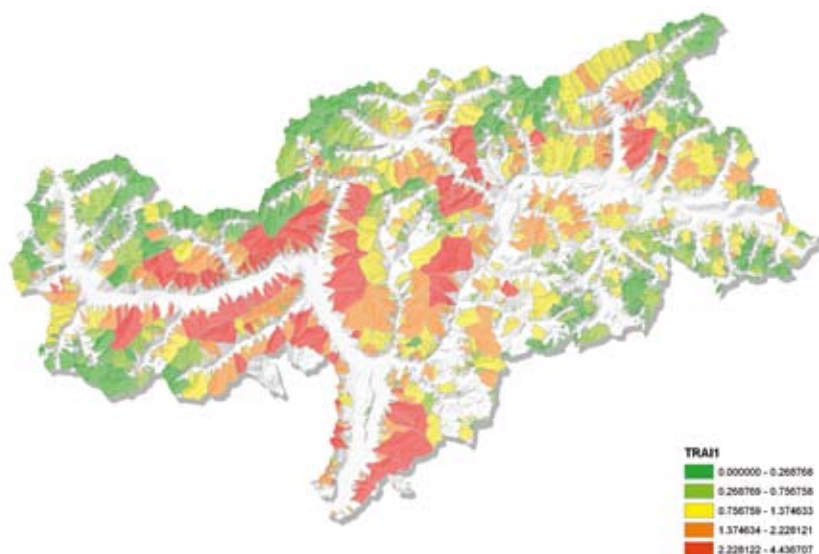


Abb. 2-35: Vorläufige Klassifikation der Wildbacheinzugsgebiete nach dem TRAI-Indikator (Indikator 1)

2.6.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Die vorgestellte Methodik und deren Implementierung in ein GIS-System zur Bewertung der Schwemmholzgefahr auf Gefahrenhinweisebene sind nützliche Instrumente zur Identifikation jener Einzugsgebiete in denen der Schwemmholztransport im Zusammenhang mit anderen Wassergefahren die Gefahrensituation zuspitzen kann. Einzugsgebiete mit hohem TRAI-Indikator sind hinsichtlich der Schwemmholzgefahr in einem zweiten Schritt genauer zu analysieren, um entweder wirksame Schutzmassnahmen zu planen oder mit raumplanerischen Instrumenten das Schadenpotenzial zu vermindern. Hinsichtlich der Priorisierung von Schutzmaßnahmen sind Aussagen zur Schwemmholzgefahr wichtig, um langfristig eine Kostenoptimierung zu erreichen.

Literatur

- Braudrick, C.A., Grant, G.E., Ishikawa, Y., Ikeda, H. (1997): Dynamics of wood transport in streams: a flume experiment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, 669–683.
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E. (1994): A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. *Water Resources Research*, 30, 1153-1171.
- Pack, R.T., Tarboton, D.G., Goodwin, C.N. (1998): The SINMAP approach to terrain stability mapping. *Proceedings of the 8th Congress of the International Association of Engineering Geology*, Vancouver, British Columbia, Canada 21-25 September 1998. Vancouver.

Zischg, A., Largiader, A. (2007): GIS-Applikation zur Berechnung der Schwemmholt liefernden Flächen in Wildbacheinzugsgebieten. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes Italien-Schweiz „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

_3 Risikoanalyse auf regionaler Maßstabsebene

Andreas Zischg, Hanspeter Staffler, Sandro Gius

Die ursprünglichen Wurzeln der Risikobetrachtung finden sich in der Sicherheitswissenschaft, die sich mit der Frage potenzieller Gefahren bei der Nutzung technischer Anlagen auseinandersetzt (Kuhlmann 1981). Das Ziel der Sicherheitswissenschaft ist es, denkbare Schadenwirkungen so klein wie möglich oder zumindest innerhalb vorgeschriebener Grenzen zu halten. Die ersten Schritte zur systematischen Beschäftigung mit Sicherheitsfragen gehen auf die Anfänge der industriellen Revolution zu Beginn des 19. Jahrhunderts zurück. Die Automatisierung industrieller Fertigungsprozesse erforderte Regulatorien, welche die Betriebssicherheit erhalten und erhöhen sollten (Hollenstein 1997). Durch den mit der Industrialisierung einsetzenden Fortschritt auf anderen Gebieten, wie der Petrochemie oder der Energieversorgung wurden Sicherheitsfragen auch in diesen Bereichen relevant. Die historischen Sicherheitsüberlegungen waren nicht Teil einer integralen Planung, wie sie in heutiger Zeit beispielsweise aus der Raumfahrttechnik nicht mehr wegzudenken ist, sondern umsetzungsorientierte Ansätze auf den Stufen einzelner Komponenten (Hollenstein 1997). Eine wesentliche Erweiterung sicherheitswissenschaftlicher Überlegungen erfolgte erst Mitte des 20. Jahrhunderts, als die Technologien immer aufwändiger wurden. Aus ökonomischen Gründen, aber auch aus dem gestiegenen Gefahrenpotenzial technischer Anlagen heraus, musste die analytische Suche nach Schwachstellen in das sicherheitswissenschaftliche Konzept integriert werden. Das Hauptproblem dabei war, dass während des Betriebs technischer Anlagen nicht mehr korrigierend in das System eingegriffen werden konnte. Versagensursachen waren im Vorfeld zu erkennen und zu beseitigen. Damit war die Entwicklung moderner Konzepte für Risikobetrachtungen eingeleitet.

Naturrisiken sind erst spät zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden. Die erste systematische Risikoanalyse wurde von Petak & Atkisson (1982) durchgeführt. In dieser Arbeit wird mit einfachen Annahmen und Modellen eine Prioritätenreihung bei der Maßnahmenplanung durchgeführt. In den letzten Jahren finden sich vermehrt Ansätze, Methoden der Sicherheitswissenschaft auf Naturgefahrenprozesse zu übertragen. Die wichtigsten Arbeiten für den Bereich Naturgefahren und Raumplanung sind die von Varnes (1984), Hollenstein (1995, 1997), Egli (1996), Heinimann et al. (1998) und Borter (1999). Ökonomische Ansätze der Schadenbeurteilung finden sich in Arbeiten von Altwegg (1989), Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1981), Erdmann (1994), Worch (1996) und Wilhelm (1997).

Obwohl natürliche Systeme wesentlich komplexer als technische Anlagen sind, sie nur bedingt beeinflusst werden können und ihnen andere, zusätzliche Ursachen-Wirkungs-Gefüge zugrunde liegen, bleibt das Ziel der Risikobetrachtung gleich. Die Problemstellung der Sicherheitsoptimierung lässt sich daher vergleichen und ermöglicht somit dasselbe Vorgehen wie bei technischen Risiken (Berg et al. 1994, Hollenstein 1997).

Eine moderne integrative Risikobetrachtung verläuft im Wesentlichen in drei Arbeitsschritten. Sie umfasst die Analyse, die Bewertung und das Management eines möglichen Risikos. Die

Risikoanalyse identifiziert mit wissenschaftlichen Methoden möglichst realitätsgetreu die Eintretenswahrscheinlichkeiten konkreter Schadenfälle oder die Wahrscheinlichkeitsfunktionen von Schadenausmaßen auf der Basis von Beobachtung, Modellierung oder Szenarienbildung qualitativ und soweit möglich quantitativ. Sie beantwortet die Frage „Was kann passieren?“. Ergebnis einer Risikoanalyse sind Aussagen über Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit sowie Ausmaß oder Intensität eines potenziell gefährlichen Prozesses. Die Risikobewertung beurteilt die Bedeutung wahrgenommener Risiken anhand von Werten und Wertpräferenzen. Dabei wird die Frage „Was darf passieren?“ beantwortet. Das Risikomanagement verbindet die Resultate der Risikoanalyse mit den Vorgaben der Risikobewertung. Durch das Risikomanagement werden Zielsetzungen, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Risikoreduktion und -regulierung gesteuert.

Beim Vergleich bestehender Risiken mit akzeptierten oder akzeptablen Risiken sind teilweise Sicherheitsdefizite zu erwarten. Traditioneller Lösungsansatz zur Deckung dieser Defizite ist die Entwicklung eines Projekts mit baulichen Maßnahmen, dessen Auswirkung auf die Risikosituation jedoch nicht optimiert wird. An diesem Punkt setzt das Risikomanagement an. Der gesamte theoretisch mögliche Handlungsspielraum mit allen Alternativen wird bei der Lösungssuche berücksichtigt (Fuchs et al. 2001). Bei der Problemlösung wird nicht ein einzelner Aspekt singular betrachtet (beispielsweise das Errichten einer Geschiebesperre zur Abwendung von Überschwemmungsrisiken), sondern das gesamte System aus gefährlichen Prozessen und Wertobjekten wird in die Entscheidungsfindung einbezogen (Hollenstein 1997, Heinimann et al. 1998). Im Gegensatz zu einer traditionellen, rein umsetzungsorientierten Maßnahme sind dabei alle Phasen und Wirkungen von Eingriffen zu untersuchen sowie eine Lösung zu entwerfen, die alle Aspekte optimiert. Explizit wird dabei im Sinne der Risikokommunikation auf eine frühzeitige Einbeziehung der betroffenen Bevölkerung bei der Lösungssuche hingewiesen (Keller-Lengen et al. 1998).

Eine erhebliche Verbesserung gegenüber der reinen Maßnahmenplanung kann durch das Definieren von Zielsystemen erreicht werden. Hierbei wird zwischen drei Ebenen des Managements von Naturrisiken unterschieden (Hollenstein 1997):

- Oberziele umschreiben den Gesamtprozess des Risikomanagements und definieren Sicherheitsvorgaben, die erreicht werden sollen.
- Strategische Ziele geben Richtlinien im Sinne von Präferenzen oder Handlungsgrundsätzen für die Umsetzung vor, legen aber keine materiellen Maßnahmen fest.
- Operationelle Ziele enthalten messbare Vorgaben, wie Kosten, Zeit-, Flächen- oder Ressourcenverbrauch und liefern detaillierte Informationen über geplante Maßnahmen.

Die Risikoanalyse für Naturgefahren umfasst folgende vier Arbeitsschritte (Heinimann et al. 1998; Hollenstein 1997):

- Zuerst wird das zu untersuchende System abgegrenzt und beschrieben. Hierbei sind detaillierte Kenntnisse des untersuchten Objekts notwendig, da ein Rahmen für die Gültigkeit der Risikoanalyse definiert wird.
- Die anschließende Gefahrenbeurteilung besteht aus einer Gefahrenidentifikation und einer Prozessabschätzung.
- An die Gefahrenbeurteilung schließt sich eine Expositions- oder Schadenpotenzialanalyse an. Hierbei werden Wertobjekte erfasst, auf welche die untersuchten gefährlichen Prozesse potenziell einwirken können. Je nach verfügbaren Datengrundlagen und gewünschtem Detaillierungsgrad kommen qualitative, semi-quantitative oder quantitative Methoden zum Einsatz.
- Die abschließende Folgenanalyse ergibt das Endprodukt der Risikoanalyse. Mit den Daten der Gefahrenbeurteilung und der Expositionsanalyse wird bestimmt, welche Schäden an den

Wertobjekten durch Einwirkungen gefährlicher Prozesse mit welcher Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind.

Risiken können auf verschiedenen Ebenen untersucht werden. Der Begriff des Objekttrisikos bezeichnet die Größe eines Risikos für ein definiertes Objekt. Das Objekt ist unter diesem Aspekt die kleinste untersuchte Einheit einer Risikobetrachtung (beispielsweise ein Gebäude oder ein gefährdeter Abschnitt einer Verkehrsachse). Das Individualrisiko wird vom Objektisiko und der Anzahl der sich in diesem Objekt aufhaltenden Personen abgeleitet. Das Kollektivrisiko beschreibt die zu erwartenden Gesamtschäden eines Risikos für die Gesellschaft oder Teile der Gesellschaft mit Hilfe der Summe aller Objekttrisiken innerhalb einer kollektiven Einheit (Borner 1999).

Die in vorliegender Arbeit gewählte Betrachtungsebene und die in Kapitel 1 aufgezeigten strategischen und operationellen Ziele erfordern eine Prioritätenreihung auf Gefahrenhinweisebene. Die flächendeckende Risikoanalyse im regionalen Maßstab auf der Basis von Gefahrenhinweiskarten, die keine Angaben über die Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität der Prozesse geben, und auf Basis von flächendeckend vorhandenen Datengrundlagen zum Schadenpotenzial erlaubt keine detaillierte Folgenanalyse. Die Risikoanalyse auf regionaler Maßstabsebene beschränkt sich aus diesem Grund auf die Expositions- und Schadenpotenzialanalyse.

Durch die Expositions- oder Schadenpotenzialanalyse wird die potenziell schadenrelevante Einwirkung gefährlicher Prozesse auf Wertobjekte bestimmt. Sie wird deshalb auch Risikerkennung genannt. Unberücksichtigt bleibt dabei die Schwere der zu erwartenden Schäden, die erst in der Folgenanalyse bestimmt werden. Die potenziell gefährdeten Objekte werden entsprechend ihres Schutzbedarfes zu größeren Gruppen zusammengefasst und direkt als Messgrößen verwendet, was zu einem qualitativen Ergebnis führt. Für einen regionalen Überblick im Sinne einer Gefahrenhinweiskarte genügt eine Gliederung in Objektkategorien wie geschlossene Siedlungen oder landwirtschaftlich genutzte Flächen, da der Arbeitsaufwand dem Detaillierungsgrad des Zielmaßstabs angemessen bleiben muss. Die Objektkategorien werden als flächenhafte, linien- und punktförmige Raumelemente in Karten dargestellt. Die Expositionsanalyse kann nicht nur räumlich differenzieren, sondern ebenso die zeitliche Verteilung des Schadenpotenzials berücksichtigen. So unterliegt beispielsweise in Gebirgsregionen, die von einer starken touristischen Nutzung geprägt sind, die Anzahl der sich im Gefahrenraum befindlichen Personen und Sachwerte saisonalen Schwankungen (Keiler 2004, Fuchs et al. 2005, Keiler et al. 2006). In diesem Projekt wurde der zeitliche Aspekt nicht berücksichtigt.

Das Ergebnis der im Rahmen der Plattform IHR durchgeführten Risikoanalyse auf regionaler Maßstabsebene ist die flächendeckende Identifikation und Lokalisation (Abgrenzung) der von Murgang-, Übersarungs-, Überschwemmungs- und Sturzprozessen gefährdeten Siedlungsgebiete und Infrastruktureinrichtungen im Sinne einer Expositionsanalyse.

Literatur

Altwegg, D. (1989): Die Folgekosten von Waldschäden. Bewertungsansätze für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Beeinträchtigung der Schutzwaldfunktion von Gebirgswäldern. Forstwissenschaftliche Beiträge des Fachbereichs Forstökonomie und Forstpolitik der ETH Zürich 8.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1981): Monetäre Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen - Systematik der volkswirtschaftlichen Nutzenermittlung. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.

Berg, M., Erdmann, G., Hofmann, M., Jaggy, M., Scheringer, M., Seiler, H. (1994): Was ist ein Schaden? (Polyprojekt Risiko und Sicherheit - Dokumente Nr. 2). Zürich.

- Porter, P. (1999): Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren I. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. BUWAL. Umwelt-Materialien. Bern
- Egli, T. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung: Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung - dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen. Institut für Orts-, Regional und Landesplanung ETH Zürich. ORL-Bericht; 100/1996. Zürich
- Erdmann, G. (1994): Der Schadenbegriff in der Ökonomik. In: Berg, M., Erdmann, G., Hofmann, M., Jaggy, M., Scheringer, M., Seiler, H. (eds.): Was ist ein Schaden? Zürich, 95-113.
- Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A. (2001): Risikoanalyse Oberes Suldental (Vinschgau). Konzepte und Methoden für die Erstellung eines Gefahrenhinweis-Informationssystems. Innsbrucker Geographische Studien 31. Innsbruck.
- Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A., Bründl, M. (2005): The long-term development of avalanche risk in settlements considering the temporal variability of damage potential. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 56, 893-901.
- Heinimann, H. (1995): Naturgefahren aus forstlicher Sicht - Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 9, 675-686.
- Heinimann, H. (1998): Der Umgang mit Naturrisiken aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 9, 691-705.
- Hollenstein, K. (1997): Analyse, Bewertung und Management von Naturrisiken. Zürich: Hochschulverlag an der ETH Zürich.
- Keiler, M. (2004): Development of the Damage Potential Resulting from Avalanche Risk in the Period 1950-2000, Case Study Galtür. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 249-256.
- Keiler, M., Sailer, R., Jörg, P., Weber, C., Fuchs, S., Zischg, A., Sauermoser, S. (2006): Avalanche risk assessment - a multitemporal approach, results from Galtür, Austria. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 6; 637-651.
- Keller-Lengen, C., Keller, F., Ledergerber, R. (1998): Die Gesellschaft im Umgang mit Lawinengefahren. Arbeitsbericht NFP 31 ed. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH.
- Kuhlmann, A. (1981): Einführung in die Sicherheitswissenschaft. Wiesbaden: Friedr. Wilhelm & Sohn Verlagsgesellschaft.
- Petak, W., Atkisson, A. (1982): Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy. Anticipating the Unexpected. New York: Springer Series on Environmental Management.
- Varnes, D. J. (1984): Hazard zonation: a review of principles and practice, Commission of Landslides of IAEG, UNESCO. *Natural Hazards* 3; 61.
- Wilhelm, C. (1997): Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Davos: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung. Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung. Davos.
- Worch, B. (1996): Die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse im Umweltbereich. Darmstadt.

3.1 Schadenpotenzial-Hinweiskarte

Andreas Zischg, Elisabeth Berger, Diego Mantovani, Kathrin Lang, Pierpaolo Macconi

3.1.1 Einführung

Nach der Gefahrenbeurteilung ist die Überlagerung mit dem Schadenpotenzial der nächste Schritt im Rahmen der Risikoerkennung. Basis für die Identifikation und Abgrenzung der von Wassergefahren betroffenen wirtschaftlich bedeutenden Flächen ist die Erstellung einer Scha-

denpotenzial-Hinweiskarte oder Karte der Schadenpotenzial-Kategorien (SPKAT). Diese Karte unterteilt das Landesgebiet in verschiedene Klassen mit unterschiedlicher raumplanerischer Relevanz auf Basis der bestehenden Datengrundlagen.

Nach den Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne und zur Klassifizierung des spezifischen Risikos (Autonome Provinz Bozen – Südtirol 2006) wird das Landesgebiet in Flächen mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe im Rahmen der Erstellung von Gefahrenzonenplänen eingeteilt. Damit sollen Prioritäten bei der Erstellung von Gefahrenzonenplänen gesetzt und die vorhandenen Ressourcen so effizient wie möglich genutzt werden.

Da die oben genannten Richtlinien die Erstellung der Karte der Schadenpotenzial-Kategorien als Basis für die Erstellung der Karte der Flächen mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe fordern, wurde im Rahmen von IHR die in den Richtlinien vorgegebene Methode umgesetzt. Damit konnten die für die Gefahrenbeurteilung im lokalen Maßstab erforderlichen Grundlagen bereitgestellt und Synergien zwischen beiden Projekten geschaffen werden.

3.1.2 Methode

Die Schadenpotenzial-Hinweiskarte oder Karte der Schadenpotenzial-Kategorien wurde nach den Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne und zur Klassifizierung des spezifischen Risikos aus den Datensätzen der Bauleitpläne und der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzungskarte abgeleitet. Nach den oben genannten Richtlinien wurde das Gemeindegebiet auf der Basis der Elemente des Bauleitplanes (BLP) und der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzungskarte in die folgenden drei Kategorien eingeteilt:

Kategorie 3: Flächen mit starker Urbanisierung und solche, die zu urbanisieren sind. Das sind alle Baugebiete sowie die Grünflächen, Erholungseinrichtungen und Aufstiegsanlagen, soweit sie nicht in die Kategorie 2 fallen.

Kategorie 2: Flächen, die nicht bebaut sind, jedoch Infrastrukturen von öffentlichem Interesse beinhalten. Das sind die Verkehrsflächen außerhalb der Siedlungsgebiete sowie Erholungseinrichtungen, die auch im landwirtschaftlichen Grün errichtet werden können, wie Golf- und Reitplätze, Skipisten, Langlaufloipen und Rodelbahnen.

Kategorie 1: Flächen und Einrichtungen, die hinsichtlich der Gefahrenzonenplanung nicht von urbanistischem Interesse sind. Das sind die unbebaute natürliche Landschaft sowie im Allgemeinen die Leitungsinfrastrukturen und die Flächen für Infrastrukturen von untergeordneter Bedeutung. Aufgrund von Informationen bezüglich der Anzahl und der Anwesenheitsdauer von Personen, sowie der Bedeutung der Infrastrukturen, wird die Zuordnung zur Kategorie 2 oder 1 entschieden.

Die für die Klassifizierung der Schadenpotenzial-Kategorien definierten Kriterien sind in den „Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR)“ aufgelistet. Im Folgenden werden die der Klassifizierung zugrunde liegenden Datensätze kurz beschrieben:

Wald- und Weidewirtschaftliche Realnutzungskarte

Die Realnutzungskarte der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol im Maßstab 1:10.000 mit der Bezeichnung „Rea Ausgabe 2001“ richtet sich nach dem Klassifikationsschema und nach dem methodischen Ansatz, wie sie im Projekt CORINE Landcover im Maßstab 1:100.000 europaweit angewandt werden. Sie wurde nach dem Forstgesetz (LG 21.10.1996 Nr. 21) erstellt und gibt die aktuelle Landnutzung wieder.

Bauleitplan

Mit Beschluss der Landesregierung vom 15. November 1999, Nr. 5059, zur Vereinheitlichung der Planzeichen der Bauleitpläne der Gemeinden, publiziert im Amtsblatt Nr. 4 vom 22. Jänner 2002, Beiblatt Nr.1, wurden die Legendenelemente der Bauleitpläne vereinheitlicht. Alle Bauleitpläne, die nach diesem Datum überarbeitet wurden, sind nach dem einheitlichen Klassifikationsschema dargestellt. Generell ist der Bauleitplan in verschiedene räumliche GIS-Datensätze gegliedert. Tabelle 3-1 zeigt die Struktur der GIS-Datensätze zum digitalen Bauleitplan auf:

Shape-Name	Geometrie-Typ	Inhalt
U_GROUND	Polygon	Grundflächen
U_OVER	Polygon	überlappende Flächen
U_COMMON	Polygon	Grundflächenunabhängige Überlagerungen, die auch in eigenen Fachplänen verwaltet werden können
U_LINE	Line	Lineare BLP-Elemente
U_POINT	Point	Punktuelle BLP-Elemente die die Lage konkreter Objekte kennzeichnen (z.B. Naturdenkmal)
U_SYMBOL	Point	grafische Symbole, die laut Legende zu einer Flächendarstellung gehören (z.B. bei Wohnbauzonen)
U_LIMIT	Line	Gemeinde-, Landes- und Staatsgrenzen
U_SHEET	Polygon	Blattschnitte
U_CAT	Polygon	Katasterplan

Tab. 3-1: Datenstruktur des digitalen Bauleitplans

Für die Erstellung der Schadenpotenzial-Hinweiskarte wurden die oben aufgezeigten Datengrundlagen reklassifiziert, es wurden keine Erhebungsarbeiten durchgeführt. Die Erstellung der Karte basierte auf der Überlagerung von sechs verschiedenen GIS-Layern, wobei Punkt-, Linien- und Flächen-Layer zu überlagern waren. Um diese Überlagerung zu vereinfachen, wurde ein Modell zur Reklassifizierung der Datensätze entwickelt, das die Neuberechnung der Schadenpotenzial-Hinweiskarte nach jeder Bauleitplanänderung bzw. Änderung der Grundlagendaten erlaubt. Die Schadenpotenzial-Hinweiskarte wurde im Mai 2006 nach Vorlage der aktuellen Version der „Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR)“ mit Stand vom Mai 2006 auf Basis der zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung stehenden digitalen Bauleitpläne mit vereinheitlichter Legende und der Realnutzungskarte berechnet und im September 2006 an die geänderten Richtlinien angepasst. Im Wesentlichen wurde die Schadenpotenzial-Hinweiskarte in den folgenden Arbeitsschritten erstellt (siehe Abbildung 3-1):

Als Grundlage für die Berechnungsschritte wurde eine Reklassifikationstabelle erstellt, die jedem Legendenelement des Bauleitplans die zutreffende Schadenpotenzial-Kategorie zuweist. Die ohne Geländebegehung oder Lokalkenntnisse nicht klassifizierbare Schadenpotenzial-Kategorien wurden als Zwischenkategorien ausgewiesen (z.B. Gebäude im landwirtschaftlichen Grün, die definitiv erst in Absprache mit den Gemeindevertretern festgelegt wurden).

Im ersten Bearbeitungsschritt wurden den vier GIS-Layern des Bauleitplans eine Spalte mit dem Namen SPKAT hinzugefügt (VARCHAR12), die aufgrund der Schadenpotenzialangaben in der mittels „INNER-JOIN“ angehängten Reklassifikations-Tabelle berechnet wird. Die Punkt- und Linien-Layer wurden dabei mittels Buffer (2.5 m) in Flächen-Layer umgewandelt.

Im zweiten Schritt wurde aus der Realnutzungskarte das Legendenelement „Einzelhäuser, Streusiedlung“ extrahiert und dem resultierenden Datensatz eine Spalte mit dem Namen

SPKAT hinzugefügt, die aufgrund der Schadenpotenzialangaben in der mittels „JOIN“ angehängten Reklassifikations-Tabelle berechnet wurde. Für detaillierte Informationen über die Reklassifikationstabellen siehe Zischg (2006).

Im dritten Schritt wurden die aus der Reklassifikation resultierenden Datensätze in Rasterdatensätze (Rasterweite 2.5 m) umgewandelt und daraus der Maximalwert zur Schadenpotenzial-kategorie ermittelt. Im Anschluss daran wurde der resultierende Rasterdatensatz wieder als Flächen-Shapefile konvertiert.

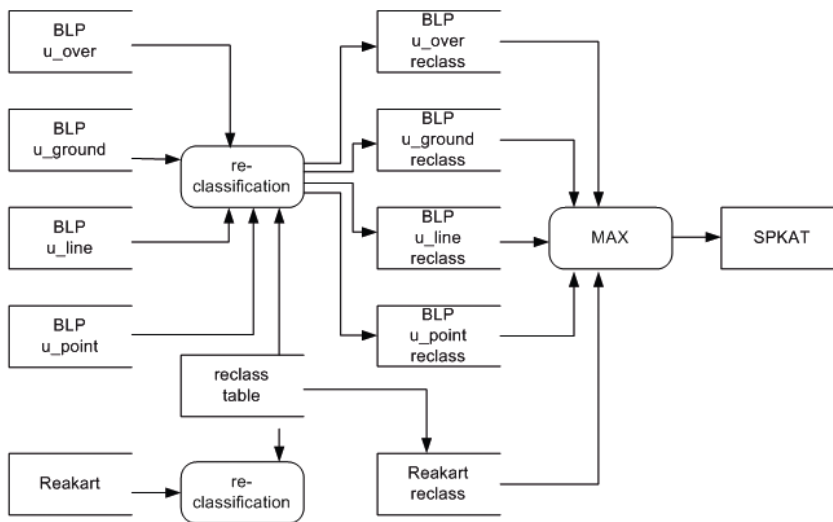


Abb. 3-1: Datenfluss bei der Erstellung der Schadenpotenzial-Hinweiskarte aus den Bauleitplänen mit vereinheitlichter Legende und der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzungskarte

Die Bauleitpläne der Gemeinden Bozen, Brixen, Kaltern, Neumarkt, Olang, Salurn, Tisens waren zum Zeitpunkt der Projektausführung nicht nach dem vereinheitlichten Schema vorhanden. Aus diesem Grund mussten für diese Gemeinden eigene Reklassifikationstabellen erstellt werden. Die Bauleitpläne der Gemeinden Villanders, U. I. F. i. Walde, Schenna, Lajen, Deutschnofen, Feldthurns, Kurtinig, Prags, Proveis, Nals, Pfatten, Tiers, Altrei, Olang, Brenner, Glurns, Laas, Moos im Passeier, Plaus, Prad, Schluderns, St. Ulrich, Taufers, Waidbruck waren zum Zeitpunkt der Erstellung der Schadenpotenzial-Hinweiskarte nur analog vorhanden. Diese Bauleitpläne wurden im Rahmen von IHR von der Abteilung Wasserschutzbauten gescannt und georeferenziert. Zwei technische Büros digitalisierten die Schadenpotenzial-Hinweiskarte direkt aus den georeferenzierten Bauleitplänen (Platzer 2006, Gritti 2006). Dabei wurde die Schadenpotenzial-Kategorie direkt bestimmt.

Die aus den Bauleitplänen mit vereinheitlichter Legende hervorgegangene Karte musste mit den einzelnen aus den Bauleitplänen ohne vereinheitlichte Legende hervorgegangenen Karten zusammengestellt werden. Anschliessend wurden dieser synthetischen Karte noch die aus den nicht digital vorhandenen Bauleitplänen hervorgegangenen Karten hinzugefügt.

3.1.3 Ergebnisse

Ergebnis des Verfahrens ist die Schadenpotenzial-Hinweiskarte oder Karte der Schadenpotenzial-Kategorien zu einem bestimmten Zeitpunkt, abgeleitet aus bestehenden Datengrundlagen, ohne jegliche Kartierung oder Neuerhebung von Daten. Die Karte zeigt die Umsetzung

des Klassifizierungsschemas nach den Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos zum Zeitpunkt Mai 2006.

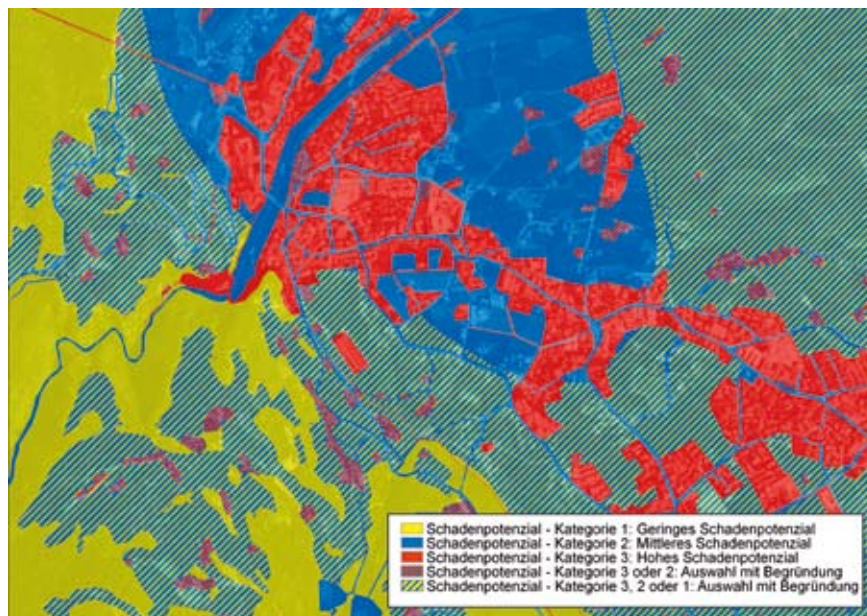


Abb. 3-2: Schadenpotenzial-Hinweiskarte, Kartenausschnitt bei Lana. Stand: September 2006.

3.1.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Neben den Gefahrenhinweiskarten bildet die Schadenpotenzial-Hinweiskarte eine Grundlage für die Ableitung des Handlungsbedarfs im Schutz des Lebensraums vor Wassergefahren und für die Erstellung der Prioritätenliste. Im Rahmen der Erstellung der Gefahrenzonenpläne stellt die Karte eine Basis für den ersten Entwurf der Karte der prozessspezifischen Bearbeitungstiefen und eine Diskussionsbasis bei der ersten Sitzung der Dienststellen mit der Gemeinde. Die im regionalen Maßstab nicht definitiv zu klassifizierenden Flächen (z.B. Gebäude in landwirtschaftlichen Grün) werden an der ersten Sitzung mit der Gemeinde endgültig auf Basis lokaler Informationen festgelegt. Für die Erstellung der Prioritätenliste spielen diese Zwischenkategorien keine Rolle, da im Rahmen der Priorisierung nur die Flächen der Kategorie 3 berücksichtigt werden. Bei der Verwendung der Karte als Basis für die Ausarbeitung der Karte der Bearbeitungstiefen hingegen muss der Inhalt von der Gemeinde auf Plausibilität geprüft werden.

Da die Bauleitpläne sich stetig ändern, muss die Schadenpotenzial-Hinweiskarte nach jeder Bauleitplanänderung aktualisiert werden. Aus diesem Grund wurde das Verfahren so konzipiert, dass die Karte ohne händische Nachbearbeitung dynamisch neu erstellt und damit jederzeit flächendeckend für das gesamte Landesgebiet oder nur für eine Gemeinde aktualisiert werden kann. Die Implementierung von neuen Klassifikationsvorgaben von Seiten der Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne kann relativ einfach durch die Änderung einzelner Attribute in den Klassifikationstabellen erfolgen. Das Verfahren ist hinsichtlich der Ergänzung mit weiteren Datengrundlagen wie beispielsweise die Siedlungskerne und deren Puffer oder die Daten aus der Höfekartei (geoLAFIS) flexibel.

Für die weitere Verwendung der Karte außerhalb der Priorisierung des Handlungsbedarfs muss eine geeignete Form der Verwaltung gefunden werden. Die nach der Sitzung mit der Gemeinde einzuarbeitenden Änderungen und definitiven Kategorienzuschreibungen müssen für alle

Ämter einsichtlich sein, damit eine einheitliche Verwendung der Karten der Bearbeitungstiefe für die unterschiedlichen Prozessstypen garantiert ist.

Literatur

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2006): Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR). Bozen.

Gritti, A. (2006): Digitalizzazione delle categorie del potenziale di danno. Relazione di sintesi. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Interreg IIIA – Projekt „Entwicklung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

Platzer, M. (2006): Digitalisierung der Schadenpotenzialkategorien. Technischer Bericht. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Interreg IIIA – Projekt „Entwicklung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

Zischg, A. (2006): Karte der Schadenpotenzial-Kategorien. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Interreg IIIA – Projekt „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

3.2 Priorisierung des Handlungsbedarfs bei der Sicherung des Lebensraums vor Murgang- und Übersarungsprozessen

Andreas Zischg, Hanspeter Staffler

3.2.1 Einführung

Mit der Überlagerung von Daten der Gefahrenbeurteilung mit Daten zum Schadenpotenzial auf regionaler Ebene können einerseits die gefährdeten Siedlungsgebiete identifiziert und lokalisiert werden und andererseits der Handlungsbedarf zur Sicherung des Lebensraumes vor Wassergefahren abgeleitet werden. Auf der Basis von Indikatoren kann dieser Handlungsbedarf in einer Prioritätenreihung aufgezeigt werden. Diese Prioritätenreihung der gefährdeten Siedlungsgebiete nach verschiedenen Indikatoren soll die Basis für eine langfristige Planung und für einen bestmöglichen Einsatz der vorhandenen Mittel für Verbauungsmaßnahmen und für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne bilden.

3.2.2 Methode

Für die Abgrenzung der von Murgang- und Übersarungsprozessen betroffenen Siedlungsflächen wurden die Gefahrenhinweiskarten zu diesen Prozessen mit den Flächen der Kategorie 3 der Schadenpotenzial-Hinweiskarte verschnitten.

In einem ersten Schritt wurde aus dem Verschnitt dieser Datengrundlagen die von den oben genannten Prozessen betroffenen Flächen je Gemeinde summiert und die Gemeinden nach der Größe der Summe der betroffenen Flächen gereiht.

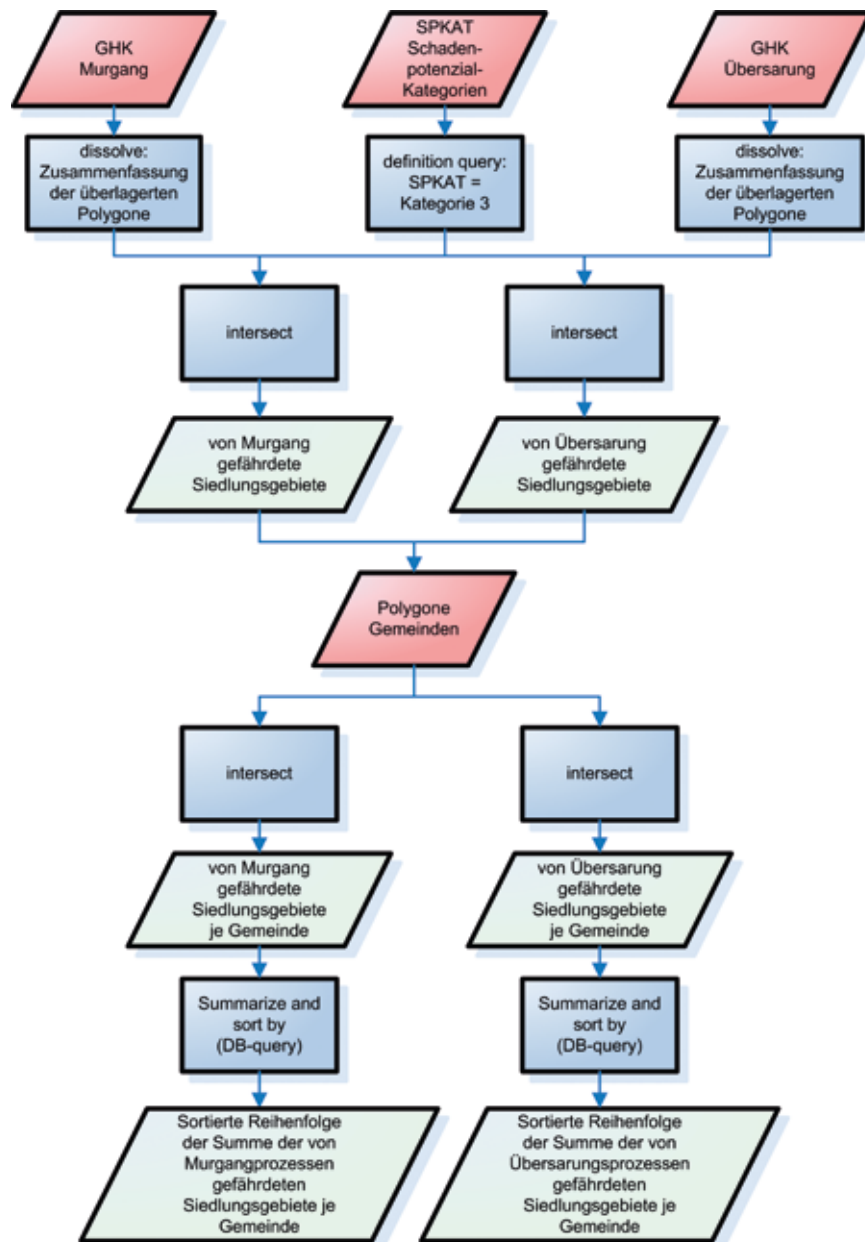


Abb. 3-3: Vorgehen bei der Auflistung der von Murgang- und Übersarungsprozessen betroffenen Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 (Siedlungsgebiete) nach der Größe der summierten Fläche

Die für dieses Vorgehen notwendigen Datengrundlagen waren:

- Gefahrenhinweiskarte Murgang (geo7 2006)
- Gefahrenhinweiskarte Übersarung (geo7 2006)
- Schadenpotenzial-Hinweiskarte (Zischg 2006)
- Abgrenzungen der Gemeinden Südtirols (Amt für Überörtliche Raumordnung 2005)

In einem weiteren Schritt wurde für jede Prozessfläche der Gefahrenhinweiskarten die Anzahl der betroffenen Gebäude berechnet. Ausgehend von den Volkszählungsdaten (ISTAT) von 2001

wurde den betroffenen Gebäuden (Bauparzellen) die durchschnittliche Anzahl an Personen je Gebäude auf Gemeindebasis zugewiesen. Damit konnte die Anzahl der von Murgängen und Übersarung betroffenen Personen für jeden Prozessbereich ermittelt werden. Anschließend wurde die Anzahl der betroffenen Personen auf Gemeindeebene summiert.

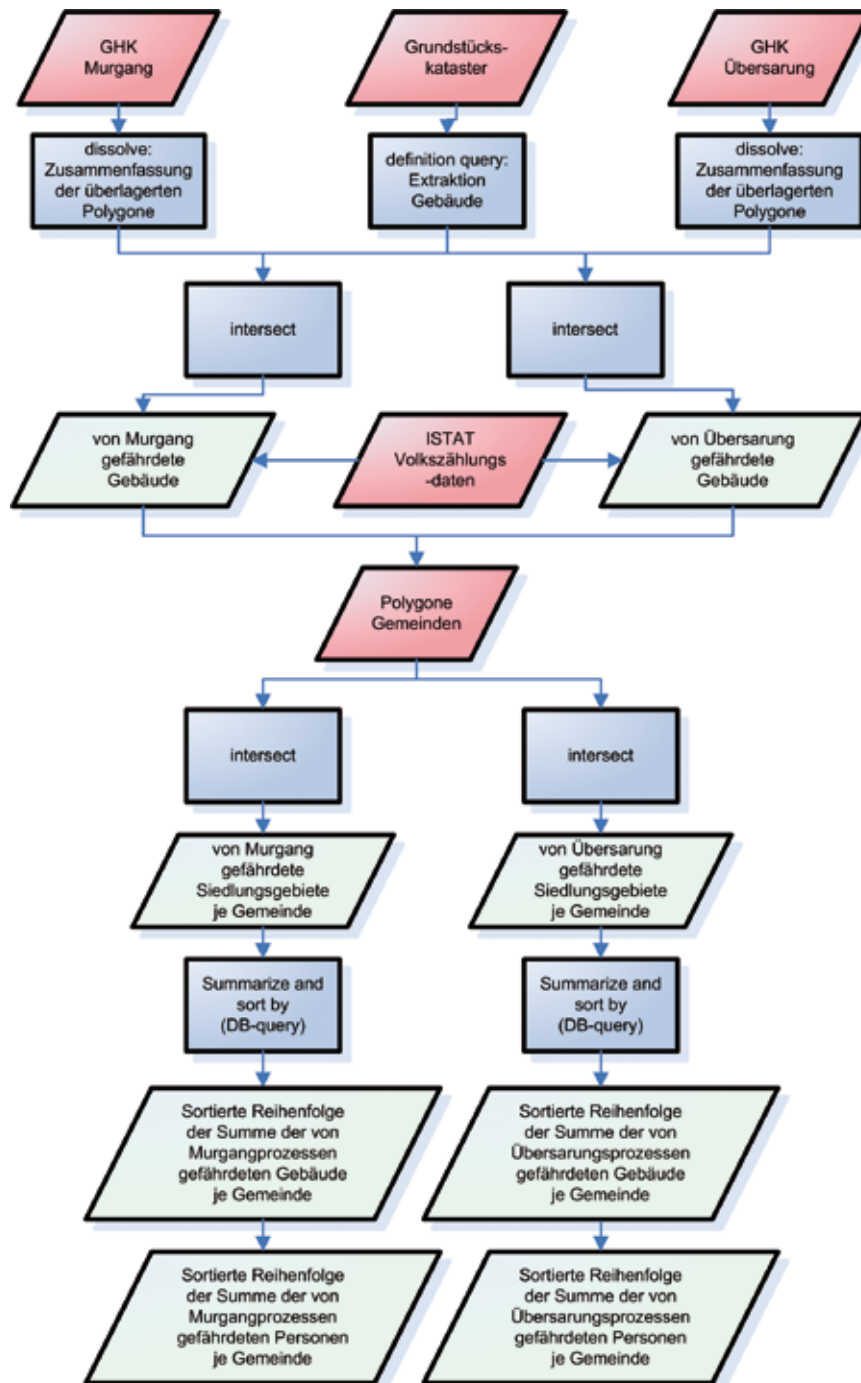


Abb. 3-4: Vorgehen bei der Auflistung der von Murgang- und Übersarungsprozessen betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde

Neben den Gefahrenhinweiskarten wurde für diesen Schritt der Grundstückskataster als Datengrundlage verwendet.

3.2.3 Ergebnisse

Der Handlungsbedarf zur Sicherung des Lebensraums vor Murgängen auf regionaler Ebene auf Basis der Schadenpotenzial-Kategorien hat ohne Berücksichtigung der Wirksamkeiten der Schutzbauten und ohne Berücksichtigung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität folgende Prioritätenreihung:

ID	ISTAT	Gemeinde	SPKAT	Betroffene Fläche [ha]
1	21011	Brixen	KAT3	66.77
2	21042	Laas	KAT3	63.56
3	21093	Schlanders	KAT3	47.00
4	21051	Meran	KAT3	38.74
5	21040	Leifers	KAT3	36.34
6	21012	Branzoll	KAT3	32.19
7	21008	Bozen	KAT3	30.44
8	21037	Latsch	KAT3	30.34
9	21027	Graun im Vinschgau	KAT3	28.03
10	21108	Ahrntal	KAT3	26.44

Tab. 3-2: Summe der potenziell von Murgang betroffenen Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)

ID	ISTAT	Gemeinde	SPKAT	Betroffene Fläche [ha]
1	21051	Meran	KAT3	189.86
2	21011	Brixen	KAT3	106.52
3	21093	Schlanders	KAT3	87.00
4	21004	Eppan a.d. Weinstr.	KAT3	55.10
5	21042	Laas	KAT3	50.49
6	21038	Algund	KAT3	46.46
7	21037	Latsch	KAT3	46.16
8	21046	Mals	KAT3	40.93
9	21111	Vahrn	KAT3	38.44
10	21062	Partschins	KAT3	37.25

Tab. 3-3: Summe der potenziell von Übersarung betroffenen Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)

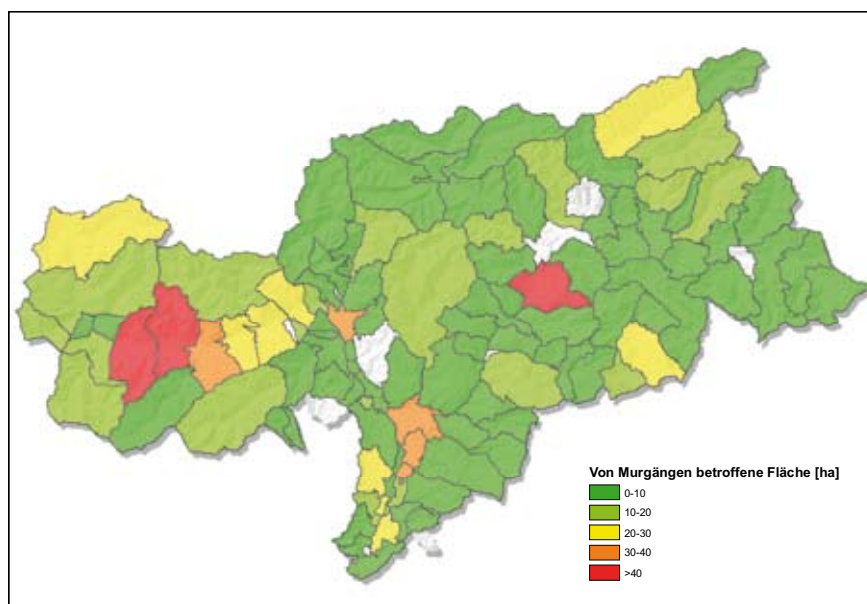


Abb. 3-5: Von Murgang potenziell betroffene Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde

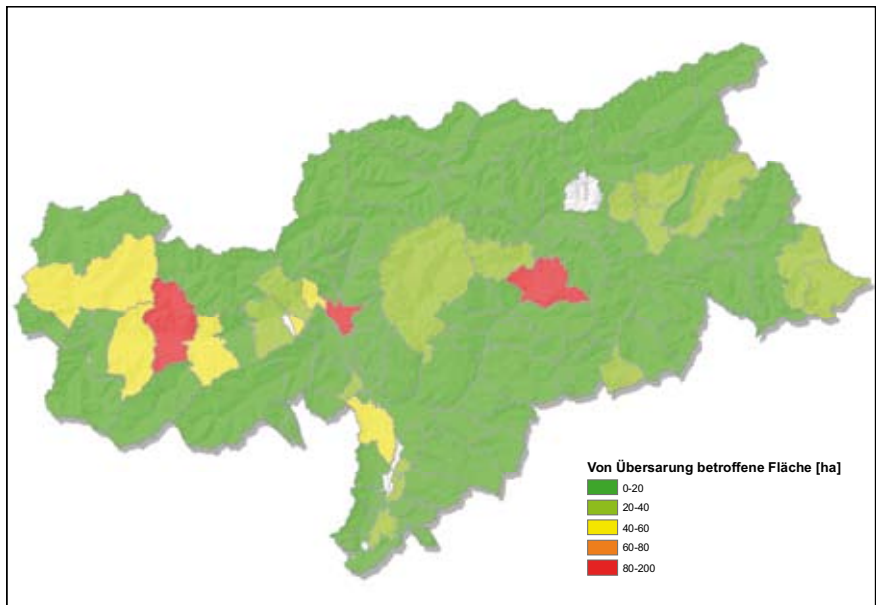


Abb. 3-6: Von Übersarung potenziell betroffene Flächen der Schadenpotenzial-Kategorie 3 je Gemeinde

Der Handlungsbedarf zur Sicherung des Lebensraums vor Übersarung auf regionaler Ebene auf Basis des Grundstückskatasters hat ohne Berücksichtigung der Wirksamkeiten der Schutzbauten und ohne Berücksichtigung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität folgende Prioritätenreihung:

ID	ISTAT	Gemeinde	Betroffene Gebäude	Betroffene Personen
1	21042	Lasa - Laas	628	2359
2	21093	Silandro - Schlanders	382	1814
3	21040	Laives - Leifers	339	3273
4	21051	Merano - Meran	321	3157
5	21015	Caldaro sulla strada del vino - Kaltern an der Weinstrasse	267	1227
6	21108	Valle Aurina - Ahrntal	266	1177
7	21012	Bronzolo - Branzoll	261	1676
8	21018	Castelbello-Ciardes - Kastelbell-Tschars	259	1162
9	21027	Curon Venosta - Graun im Vinschgau	236	844
10	21037	Laces - Latsch	232	991

Tab. 3-4: Anzahl der potenziell von Murgang betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)

ID	ISTAT	Gemeinde	Betroffene Gebäude	Betroffene Personen
1	21051	Merano - Meran	1505	14802
2	21093	Silandro - Schlanders	668	3173
3	21004	Appiano sulla strada del vino - Eppan an der Weinstrasse	579	3132
4	21042	Lasa - Laas	479	1799
5	21037	Laces - Latsch	382	1632
6	21011	Bressanone - Brixen	357	2288
7	21038	Lagundo - Algund	319	1889
8	21056	Naturmo - Naturns	302	1457
9	21046	Malles Venosta - Mals	298	1257
10	21060	Ora - Auer	264	1586

Tab. 3-5: Anzahl der potenziell von Übersarung betroffenen Gebäude und Personen je Gemeinde, in absteigender Reihenfolge (erste zehn Ränge)

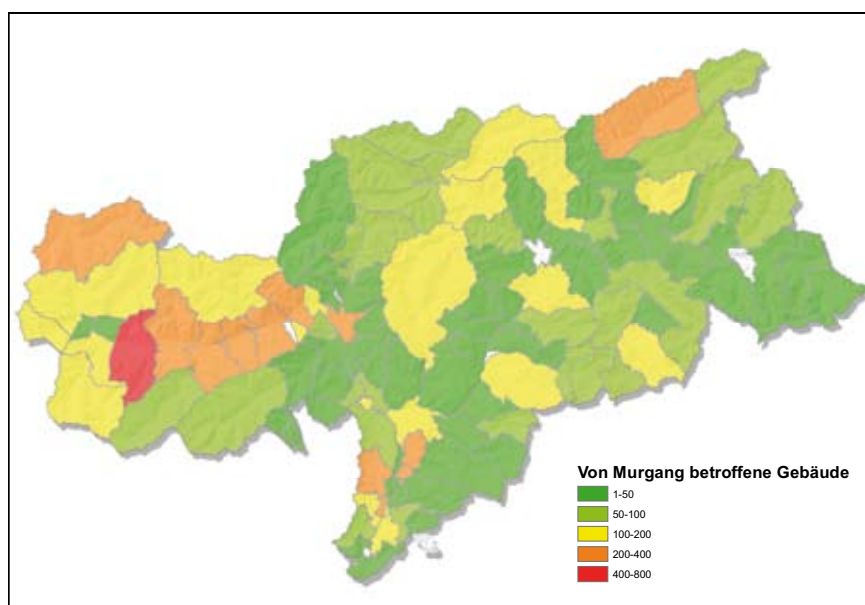


Abb. 3-7: Anzahl der potenziell von Murgang betroffenen Gebäude je Gemeinde

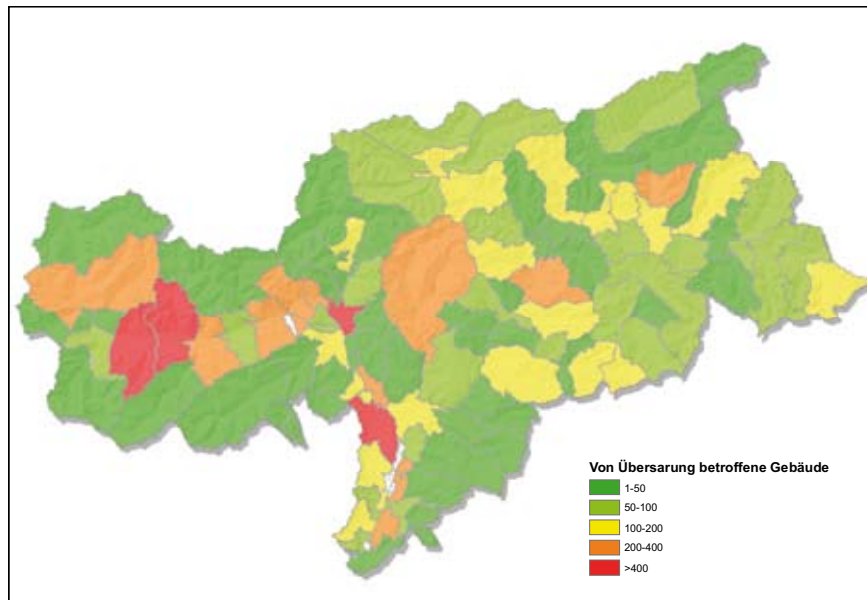


Abb. 3-8: Anzahl der potenziell von Übersarung betroffenen Gebäude je Gemeinde

3.2.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Insgesamt sind in Südtirol 1053.74 ha der Schadenpotenzial-Kategorie 3, 9205 Gebäude und 46674 Personen potenziell von Murgang betroffen. Von Übersarung sind potenziell 1568.97 ha der Schadenpotenzial-Kategorie 3, 12214 Gebäude und 67397 Personen betroffen. Die Analyse zeigt, dass auf der Basis der Gefahrenhinweiskarten ein erster Überblick über die potenzielle Gefährdungssituation geschaffen werden kann, die Vernachlässigung der Schutzbauten und der Prozesseigenschaften Wiederkehrdauer und Intensität aber die Interpretation der Ergebnisse erschwert wird. Bei vorhandenen und als wirksam angenommenen Schutzbauten, zeigen die Ergebnisse, wie viele Gebäude von den bestehenden Schutzbauten geschützt werden. Trotz der getroffenen Vereinfachungen bildet die Analyse eine wertvolle Grundlage zur Erstellung einer Prioritätenliste für den Handlungsbedarf zur Sicherung des Lebensraums vor Murgang- und Übersarungsprozessen auf regionaler Ebene.

Der nächste Schritt ist die Verknüpfung der Prozessflächen mit den öffentlichen Fließgewässern und dem Schutzbautenkataster. Dies ermöglicht eine Prioritätenreihung auf Basis der Codizes der öffentlichen Fließgewässer. Damit können einerseits Wildbäche mit Geschiebesperren aus der Reihung ausgeschlossen und die Reihung realitätsnaher gestaltet werden und andererseits die Anzahl der geschützten Gebäude bestimmt werden. Mit der Summierung der Anzahl der Gebäude für jeden Prozessbereich eines Wildbacheinzugsgebietes kann die Prioritätenreihung für die Planung von neuen und für den Unterhalt der bestehenden Schutzbauten erstellt werden.

Eine weitere Möglichkeit, die das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken IHR bietet, ist die Monetarisierung der betroffenen Werte und damit eine Abschätzung der monetären Folgen von extremen Naturereignissen. Dafür können den Siedlungsflächen der Kategorie 3 oder den extrahierten Bauparzellen mittlere empirische Werte für den Wert von Gebäuden (wie z.B. die offiziellen Richtpreise für Hochbau je Quadratmeter Wohnfläche) zugewiesen werden. In Überlagerung mit den Gefahrenhinweiskarten können so die monetären Folgen

von Naturereignissen in Südtirol für jede räumliche Betrachtungseinheit (ganzes Landesgebiet, Wildbach-einzugsgebiet, Prozessfläche, Gemeinde) ermittelt werden. Der dynamische Aufbau des Informationssystems zu hydrogeologischen Risiken IHR erlaubt die Beantwortung von verschiedensten Fragestellungen.

Literatur

geo7 (2006): Gefahrenhinweiskarte Murgang und Übersarung. GIS-Datengrundlagen und Bericht. Projektbericht INTERREG IIIA Italien-Schweiz „Entwicklung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

Zischg, A. (2006): Karte der Schadenpotenzial-Kategorien. GIS-Datengrundlagen und Bericht. Projektbericht INTERREG IIIA Italien-Schweiz „Entwicklung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

Amt für Überörtliche Raumordnung (2005): GIS-Datensatz Gemeinden Südtirols. Bozen.

Amt für Überörtliche Raumordnung (2007): GIS-Datensatz Grundstückkataster Südtirol. Bozen.

3.3 Fallbeispiel Risikoanalyse in der regionalen Maßstabsebene

Diego Mantovani, Evelyn Scherer

3.3.1 Einführung

Im Rahmen des operationellen Programms „Ziel Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) für den Zeitraum 2007-2013 musste die Abteilung Wasserschutzbauten für die Interventionslinie „Risikoprävention“ die Anzahl jener Personen mitteilen, die in den Projektgebieten der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol (siehe Abbildung 3-9) von natürlichen Phänomenen (Murgang, Übersarung und Überschwemmung) betroffen sind. Dadurch konnte von der Abteilung Wasserschutzbauten ein Indikator für die Bewertung des Fortschritts in der Durchführung und Wirksamkeit des Programms festgelegt werden.

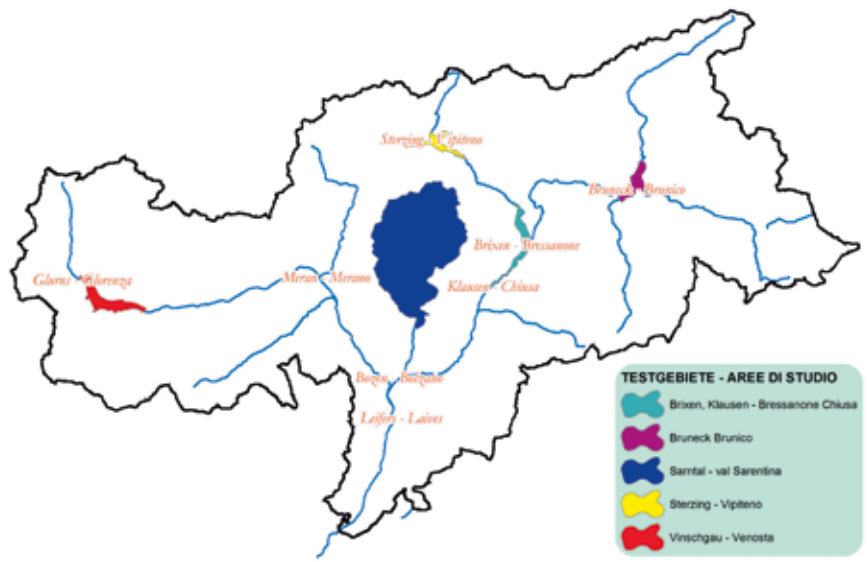


Abb. 3-9: Zonen, die innerhalb des europäischen Programms "Ziel 2" festgelegt wurden

3.3.2 Methode

Als Datengrundlagen für die Risikoanalyse wurden für die Prozesse Murgang und Übersarung die Gefahrenhinweiskarten der Abteilung Wasserschutzbauten verwendet. Die Flächen mit Überschwemmungsgefahr beziehen sich auf die Daten der Einzugsgebietsbehörde der Etsch (siehe Abbildung 3-11). Das Schadenpotential konnte durch die Karte der Schadenpotenzial-Kategorien der Abteilung Wasserschutzbauten und durch die durchschnittliche Personenanzahl je Gebäude ermittelt werden.

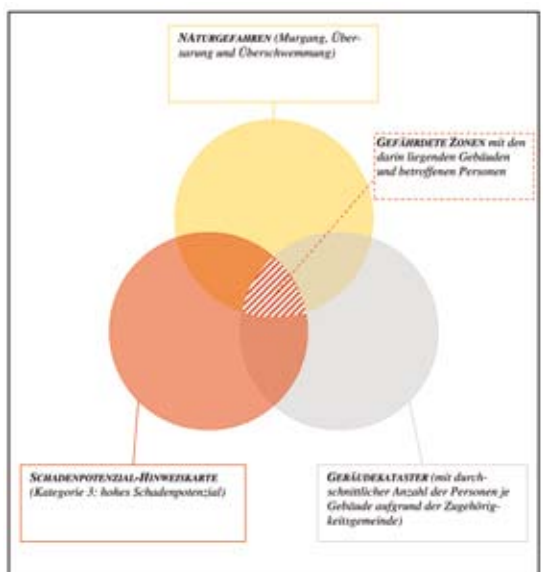


Abb. 3-10: Schematische Darstellung der angewandten Methode



Abb. 3-11: Gefahrenprozesse im Untersuchungsgebiet Nr.1, Obervinschgau



Abb. 3-12: Zonen mit hohem Schadenpotenzial (Schadenpotenzial-Kategorie 3) im untersuchten Gebiet Nr. 1, Obervinschgau



Abb. 3-13: Gebäudeverteilung innerhalb des untersuchten Gebiets Nr. 1, Obervinschgau

Durch das Überschneiden der Gefahrenhinweiskarten der Prozesse Murgang, Übersarung und Überschwemmung mit der Karte der Schadenpotenzial-Kategorien war es möglich, in kurzer Zeit die gefährdeten Zonen und die gefährdeten Gebäude zu erkennen. Ausgehend von den Volkszählungsdaten (ISTAT) von 2001 wurde den betroffenen Gebäuden (Bauparzellen) die durchschnittliche Anzahl an Personen je Gebäude auf Gemeindebasis zugewiesen (vergleiche Kapitel 3.2.2).

Die Summe der Gebäude in den gefährdeten Zonen wurde mit der durchschnittlichen Anzahl der Personen je Gebäude multipliziert und somit die Summe der betroffenen Personen je Untersuchungsgebiet berechnet. Jene Gebäude die in Zonen liegen, die von mehreren Gefahrenprozessen betroffen sind, wurden nur einmal in der Rechnung berücksichtigt.

Die Gesamtanzahl der durch die Naturgefahren Murgang, Übersarung und Überschwemmung betroffenen Bevölkerung wird durch bestehende Schutzbauwerke reduziert. Nach Schätzung von Experten vermindern die bestehenden Schutzbauwerke die Schäden um durchschnittlich 65%. Somit sind nur 35% der Personen in den Zonen mit hohem Schadenpotenzial dem Risiko durch diese Naturgefahren ausgesetzt.

3.3.3 Ergebnisse

Tabellarische und grafische Ergebnisse der Analyse:

Indikator	Anzahl der von den verschiedenen Prozessen betroffenen Personen			
	Murgang	Übersarung	Überschwemmung (H3,H4)	Murgang, Übersarung, Überschwemmung
Brixen-Klausen	1129	2957	1101	4001
Bruneck	329	1132	627	1704
Sterzing	173	599	1303	1927
Vinschgau	2060	1618	0	2338
Sarnatal	217	528	652	1175
GESAMT	3908	6834	3683	11145
	Reduktion durch Schutzbauwerke um ca 65%			3900 (effektiv betroffene Personen)

Tab. 3-6: Anzahl der durch natürliche Prozesse potenziell betroffenen Personen

Indikator	gegenwärtiger Wert	erwarteter Wert
Bevölkerung, die von den Maßnahmen zur Risikoprävention profitiert (C.I. 32)	4.000 (*)	2.000

Tab. 3-7: Indikator für die Bewertung des Fortschritts in der Durchführung und Wirksamkeit der Maßnahmen zur Risikoprävention

C.I. = core indicators für den EFRE

(*) Bevölkerung, die in Zonen mit hohem hydrogeologischem Risiko lebt

3.3.4 Schlussfolgerungen und Diskussion

Das verwendete Konzeptschema eignete sich gut für die Durchführung der geforderten vereinfachten Risikoanalyse, da es in kurzer Zeit eine realistische Schätzung der Anzahl der Personen ermöglicht, die potenziell von den verschiedenen in Betracht gezogenen natürlichen Gefahren betroffen sind.

_4 Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken

Diego Mantovani, Pierpaolo Macconi, Elisabeth Berger

Einleitung

Ziel der Plattform IHR war es, ein einheitliches Informationssystem für Naturraumpotenziale zu schaffen, welches eine standardisierte Strategie im Umgang mit hydrogeologischen Risiken ermöglicht. Als Ergebnis des Projektes sollte ein landesweites, einheitliches und standardisiertes Datenbanksystem vorliegen. Durch die Verknüpfung dieses Systems mit räumlichen Informationen sollte ein digitales Informationssystem für hydrogeologische Ereignisse und Risiken geschaffen werden.

Die Notwendigkeit zur Entwicklung eines solchen Informationssystems ergab sich aus der ständig steigenden Datenfülle in den sich mit Naturgefahren beschäftigenden Landesämtern. Einerseits wurden die bestehenden Datenbanken weitergeführt, andererseits kamen neue Daten als Ergebnisse von verschiedenen Projekten hinzu, welche in neuen Datenbanken gespeichert wurden. Es entstanden dadurch häufig Inkompatibilitäten zwischen den Datenbanken. Für die Weiterführung der Datenbanken werden weiters zunehmend Dritte mit der Datensammlung beauftragt. Die Auslagerung der Datenerhebung und die Verwendung von amtsübergreifenden Daten zu Naturgefahren erfordern eine Vereinheitlichung und Standardisierung von Import und Export sowie eine vereinfachte, gemeinsame kartografische Visualisierung der Daten.

Das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken IHR beruht einerseits auf die Verknüpfung verschiedener Datensätze und Datenbanken und andererseits auf Grundsätze des Informations- und Kommunikationsmanagements. Die im Informationssystem enthaltenen Datensätze wurden den unterschiedlichen Benutzeranforderungen entsprechend aufbereitet.

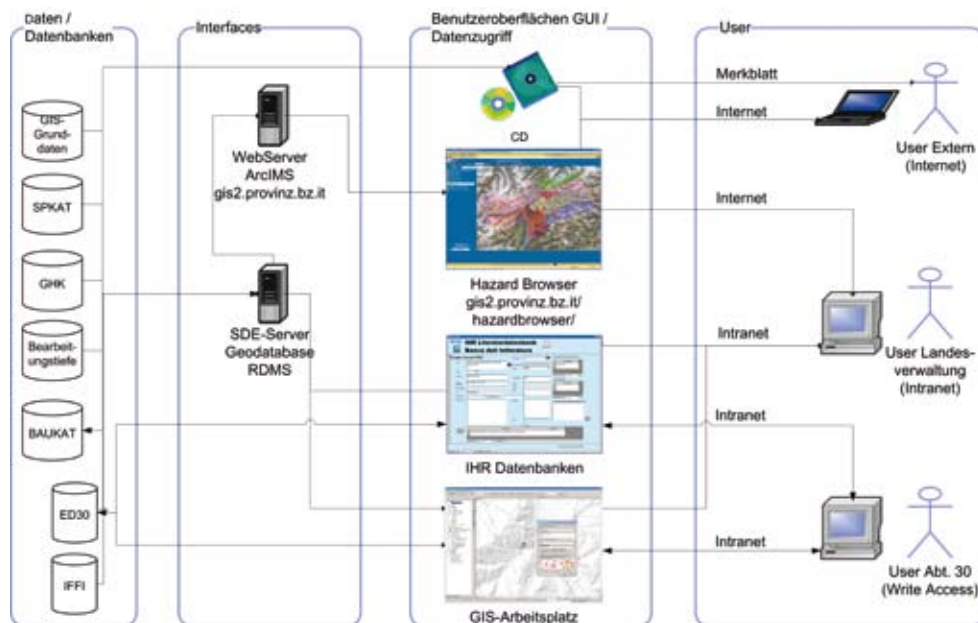


Abb. 4-1: Schema des Informationssystems zu hydrogeologischen Risiken IHR

Informations- und Kommunikationsmanagement

Zur Entwicklung eines Konzeptes und zur Verwirklichung des Informationssystems wurden verschiedene abteilungsinterne sowie ämterübergreifende und auch länderübergreifende (EU-Projekte) Arbeitsgruppen ins Leben gerufen. Das Konzept wurde in zahlreichen Sitzungen, Workshops und Gruppenarbeiten mit konstruktiven, manchmal aber auch recht hitzigen Diskussionen ausgearbeitet. Ein wesentlicher Bestandteil des Kommunikationskreislaufes war dabei, auch den Informationsfluss zwischen den verschiedenen Arbeitsgruppen zu gewährleisten. Diese Aufgabe wurde vom Technischen Sekretariat für EU-Projekte der Abteilung Wasserschutzbauten durchgeführt. Ohne diese Schnittstelle zwischen allen beteiligten Institutionen und Arbeitsgruppen wäre das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken IHR so nicht zustande gekommen.

Zielgruppen und Analyse der Benutzeranforderungen

Für die Umsetzung des Informationssystems wurden schließlich folgende Zielgruppen identifiziert:

- a) Öffentlichkeit
- b) Freiberufler
- c) Ämter der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol
- d) Techniker der Abteilung Wasserschutzbauten

Im Datenmanagement dieser vier Ebenen sind unterschiedliche Benutzeranforderungen zu beachten.

Nach einigen Diskussionen innerhalb der Arbeitsgruppen wurde für alle Zielgruppen festgelegt, die vorhandenen Daten nicht in ihrem gesamten Detaillierungsgrad zur Verfügung zu stellen. Als zentrales Element für die Dateneinsicht wurde das Browsersystem gewählt. Die vollständigen Informationen und Daten können jeweils direkt bei den einzelnen verantwortlichen Ämtern beantragt werden. Im Folgenden werden die wichtigsten weiteren von den Arbeitsgruppen erarbeiteten Konzepte kurz aufgezeigt:

a) Die Visualisierung der Daten für die Öffentlichkeit ist wichtig, um den Interessenten Einblick über den vorhandenen Datenbestand und eine einfache Konsultation der GIS-Daten ohne entsprechende Software zu gewährleisten. Für diesen Zweck wurde der „Earth Browser“ des Amtes für Geologie und Baustoffprüfung in einen „Hazard Browser“ umgewandelt, welcher mit Informationen des Hydrographischen Amtes und der Abteilung Wasserschutzbauten ergänzt wird. Der Browser wird neben der Basiskartografie die räumliche Information und ausgewählte Attribute der folgenden Datenebenen erfassen:

- Kataster der Massenbewegungen (IFFI)
- Ereigniskataster Wassergefahren (ED30)
- Lawinenkataster
- Gefahrenhinweiskarte Murgang und Übersarung
- Gefahrenhinweiskarte Überschwemmung
- Kataster der Wasserschutzbauten
- Stauanlagen
- Geologie
- Landnutzung
- Schadenpotenzial (nur nicht sensible Daten)

Die bereitgestellten Daten sind teilweise als sensible Daten zu behandeln; daher werden sie für die Veröffentlichung mit unterschiedlichen Filtern versehen. Über das Internet werden zumindest die wichtigsten Grunddaten im Überblick bereitgestellt.

b) Für die Zukunft wird vor allem durch die beginnenden Arbeiten zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne ein sehr hoher Verwaltungsaufwand für den Datenaustausch (Export und Import) von Daten zwischen Dritten und den Landesämtern erwartet. Um den Arbeitsaufwand für die Bereitstellung von Grundlagendaten möglichst gering zu halten, war geplant, durch geschützten Zugriff auf die Datenbanken diese nach außen freizugeben. Dies war jedoch technisch zumindest innerhalb dieses Projektes nicht realisierbar. Deshalb werden momentan die geografischen Daten mit ausgewählten Attributen im Hazard Browser über das Internet der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol zur Verfügung gestellt. Der Import von neu erhobenen Daten sollte direkt nach definierten Standards mit Zugriff von außerhalb des Intranets der Landesverwaltung ermöglicht werden. Diese Lösung war ebenfalls innerhalb dieses Projektes nicht umsetzbar. Die verschiedenen Ämter haben zu diesem Zweck unterschiedliche, zum Teil halbautomatische Strategien entwickelt.

c) Die Minimalanforderung an einen standardisierten Datenaustausch zwischen den Ämtern ist die Möglichkeit einer ämterübergreifenden Einsichtnahme in die verschiedenen Daten. Dies wird gewährleistet durch die Bereitstellung der geografischen Daten mit ausgewählten Attributen im Hazard Browser über das Intranet der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol sowie als SDE-Datensätze (Spatial Database Engine) im GIS.

d) Innerhalb der Abteilung Wasserschutzbauten bestehen zahlreiche Datengrundlagen zum Thema Naturgefahren. Diese waren nicht für alle Techniker schnell und einfach zugänglich. Häufig musste der zuständige Datenverwalter hinzugezogen werden. Um die Nutzung der Daten den Technikern direkt zu ermöglichen, wurde daher eine GIS-Plattform vorgesehen, mit welcher mittels einer Office-Datei auf Basis von Gewässereinzugsgebieten die spezifischen Daten bereitgestellt werden. Diese können somit standardisiert bei den verschiedenen institutionellen Tätigkeiten der Abteilung (Gutachten, Projekte, Einzugsgebietsstudien) verwendet und gegebenenfalls auch als Auszug beigelegt werden.

Alle weiteren Details zu den verschiedenen Datenbanken und zum angewendeten Informations- und Kommunikationsmanagement werden in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

4.1 Datenbanken

Diego Mantovani, Pierpaolo Macconi, Claudia Strada

In der letzten Zeit ist die Verfügbarkeit digitaler Daten über Naturgefahren erheblich angewachsen. Infolgedessen hat die Nachfrage nach Austausch dieser Daten zugenommen, vor allem zwischen Abteilungen und Ämtern mit sich ergänzenden Zuständigkeiten. Das klassische Beispiel ist die Untersuchung eines Einzugsgebietes im Rahmen der Planung von Baumaßnahmen, bei der alle Informationen über Gefahren benötigt werden, die mit Wasserläufen, Lawinen und Hangbewegungen zusammenhängen.

Das Ziel des Informationssystems zu hydrogeologischen Risiken IHR bestand darin, eine Methode zu finden, welche die Sammlung, den Austausch und die Abfrage der Daten über Naturgefahren ermöglicht, die von den verschiedenen zur Landesverwaltung gehörenden Ämtern stammen (Abteilung Wasserschutzbauten, Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Hydrographisches Amt).

Ausgehend von diesem anfänglichen Ziel wurde versucht, schrittweise ein allgemeines Konzept auszuarbeiten, das den Austausch der Daten über Naturgefahren auf der Grundlage der in Kapitel 4 aufgelisteten vier Zielgruppen festlegen und regeln sollte.

Anfänglich ging es in der Diskussion um die Vernetzung der verschiedenen bestehenden Datenbanken, die innerhalb der Landesverwaltung von verschiedenen Ämtern verwaltet werden. Die Vernetzung dieser Datenbanken sollte über eine spezifische Software als zentrale Datenschnittstelle ermöglicht werden. Diese Software sollte die zentrale Archivierung der peripheren Daten ermöglichen und ein Ad-hoc-Instrument ("Tool") liefern, das den Austausch dieser Daten zwischen den einzelnen peripheren und der zentralen Datenbank sowie zwischen dieser und externen Nutzern gewährleisten sollte (siehe Abbildung 4-2).

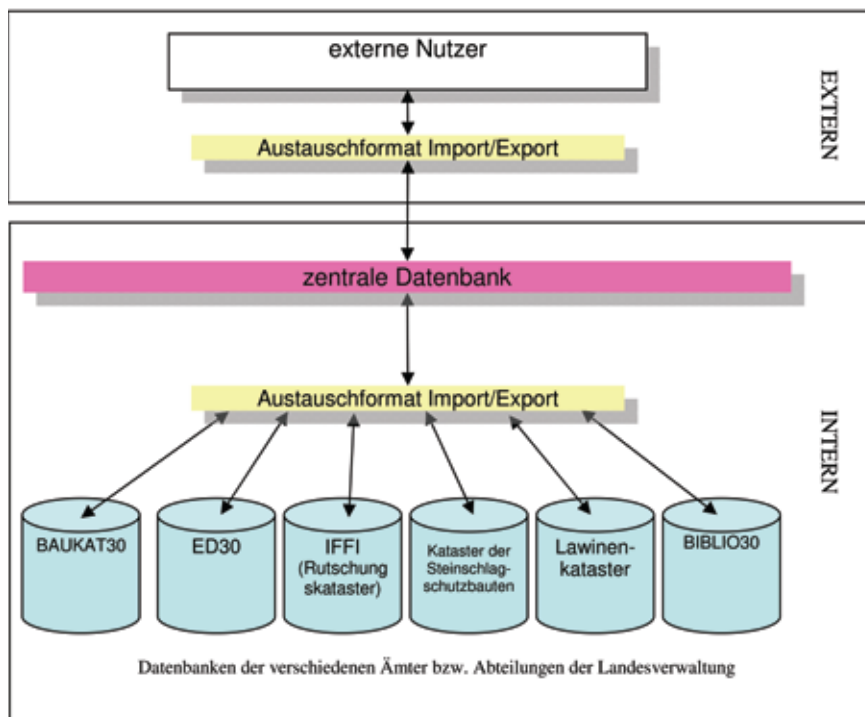


Abb. 4-2: Schema des anfänglichen Konzepts (BAUKAT30: Kataster der Wasserschutzbauten der Abt. 30; ED30: Ereignisdokumentation der Abt. 30; IFFI: Inventario Fenomeni Franosi Italia des Amtes 11.6; BIBLIO30: Datenbank Literatur der Abt. 30)

Aufgrund weiterer Besprechungen und vor allem aufgrund der von Seiten verschiedener Ämter der Abteilung Informationstechnik erhaltenen Gutachten gelangte man zur Festlegung eines Konzepts, das hinsichtlich Ausführungszeiten, Programmierungskosten und Ermittlung der Standards für den Datenaustausch schneller, leistungsfähiger und weniger aufwändig ist. Der Angelpunkt des Systems besteht aus einem Browser (Hazard Browser), der einen Großteil der in den Datenbanken der einzelnen Ämter enthaltenen Daten mit je nach Zielgruppen diversifizierten Funktionen und Detaillierungsniveaus (Internet oder Intranet) sammelt, visualisiert und für eine gemeinsame Nutzung zugänglich macht (siehe Abbildung 4-3).

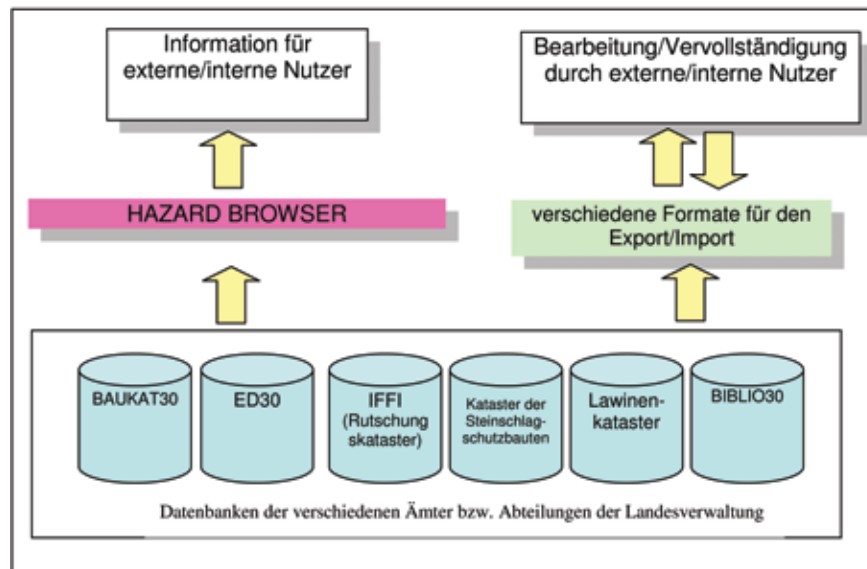


Abb. 4-3: Schema des Endkonzepts für den Zugriff zu den verschiedenen Datenbanken (BAUKAT30: Kataster der Wasserschutzbauten der Abt. 30; ED30: Ereignisdokumentation der Abt. 30; IFFI: Inventario Fenomeni Franosi Italia des Amtes 11.6; BIBLIO30: Datenbank Literatur der Abt. 30)

Der Austausch und die Lieferung der Daten sowohl zwischen den einzelnen Ämtern als auch zwischen diesen und den externen Nutzern wird auf der Grundlage der verschiedenen Verfahren fortgesetzt, die innerhalb der einzelnen Datenbanken festgelegt wurden.

Die zusammenfassende Untersuchung aller Datenbanken mit Information über Naturgefahren ermöglichte die Erstellung eines Gesamtbildes dessen, was innerhalb der Landesverwaltung verfügbar ist (Zischg 2006). Außerdem konnte zusammen mit allen beteiligten Subjekten eine gemeinsame Strategie im Rahmen der gemeinsamen Nutzung und der Lieferung von Daten an Drittpersonen festgelegt werden.

Die Schaffung des Hazard Browsers legte den Grundstein für eine konkrete Weiterentwicklung des Konzeptes für die Visualisierung, den Austausch und die gemeinsame Nutzung der Daten über Naturgefahren innerhalb des Landesgebietes. Aus einer einfachen Konsultationsplattform könnte der Hazard Browser zu einem Zentrum der Informationssammlung und -verteilung werden. So könnte durch einen geschützten Zugang (Zuweisung von Benutzer-ID und Passwort) die Datenverteilung in mehr oder weniger ausführlicher und vollständiger Form hinsichtlich der verschiedenen Nutzerzielgruppen (siehe Kapitel 4) gewährleistet werden. Auf diese Weise könnte sowohl der Aufwand für die Bereitstellung von alphanumerischen und geografischen Daten von Seiten der Landesverwaltung, als auch der Aufwand der Abfrage durch Dritte reduziert werden.

4.1.1 Ereignisdokumentation ED30 – ED30 History

Pierpaolo Macconi, Markus Sperling

Einleitung

Die Nutzung von historischen Informationen für die Untersuchung der Naturgefahren hat in den letzten Jahren kontinuierlich an Bedeutung gewonnen. Der Ausbau der Ereignisdoku-

mentation mit historischen Daten ist vor allem für das bessere Verständnis der Ereignisse in Flüssen und Bächen, für die Schätzung der Intensität und der Wiederkehrdauer, sowie für die Eichung von Simulationsmodellen erstrebenswert. Diese erweiterte Datengrundlage ist auch für die Untersuchung der klimatischen Veränderungen nutzbar; die Definition der Trends fußt teilweise auf der Analyse von historischen Datenreihen, welche sich im Bereich der hydrometrischen Daten und der Niederschlagswerte meist auf Extremereignisse beschränken. Für die Entscheidungsprozesse zur Gebietsentwicklung sind Informationen, welche die Korrektheit der getroffenen Entscheidungen bekräftigen, unentbehrlich. Die gesammelten und beschriebenen Ereignisse können somit eine Art „objektive Erinnerung“ darstellen, welche nicht an die zeitlich und örtlich begrenzte Erfahrung einzelner Personen gebunden ist.

Methode

Als historisch werden alle Ereignisse angesehen, welche vor dem Beginn der systematischen Ereignisdokumentation geschehen sind, im Falle der Wassergefahren in der Autonomen Provinz Bozen werden alle Naturereignisse vor dem Jahre 1998 als historische Ereignisse angesehen. Die Untersuchungen betreffen ausschließlich hydrogeologische Ereignisse (Überschwemmung, Übersarung und Murgang). Die Nachforschungen können sich auf einzelne Werke konzentrieren, wie z.B. jene von Fliri (1998) oder von Anonymus (1997) oder auf bestimmte Gebiete ausgerichtet sein. Es wurden einzelne Ereignisse von besonderer Bedeutung wie z.B. die Überschwemmung von Klausen durch den Tinnebach untersucht (Scherer und Marangoni 2004), die zeitliche Abfolge von Ereignissen in einzelnen Gemeinden oder Gewässern abgehandelt (z.B. Gemeinde Graun und Alpgrabenbach, Eschgfäller 2007) und Gebiete mit einer gewissen Bedeutung wie z.B. der Sterzinger und der Brixner Talkessel (Zischg 2005 bzw. Pichler und Tötsch 2005) analysiert.

Im Rahmen von IHR wurden die von Fliri (1998) und von Anonymus (1891) dokumentierten Ereignisse untersucht, digitalisiert und in ED30 eingegeben (Platzer 2005, Scherer 2005 und Tötsch 2005). Die Chronologie der Ereignisse in der Gemeinde Graun wurde von Eschgfäller (2007) rekonstruiert.

Das Sammeln von historischen Informationen verläuft grundsätzlich in drei wesentlichen Phasen (Zischg et al. 2007):

- Finden und Sammeln
- Analyse und Beurteilung
- Kontrolle und Archivierung

Die erste Phase beinhaltet langwierige Nachforschungen in den verschiedenen im Gebiet auffindbaren Quellen, wie in den Strukturen der öffentlichen Verwaltung, in Bibliotheken, Pfarrgemeinden, in den Sitzen der freiwilligen Feuerwehren oder Privathaushalten.

Es gibt verschiedene verfügbare Quellen:

- gedruckte Dokumente wie Chroniken, Zeitungen, Annalen, Studien, technische Berichte
- handgeschriebene Dokumente: Chroniken, Tagebücher, Notizen, verschiedene Urkunden
- Zeichen auf dem Gebiet, z.B. Schilder, Motivtafeln
- historische Karten z.B. planimetrische Darstellungen, geografische Karten
- historische Fotografien
- mündliche Aussagen



Abb. 4-4: Einige Beispiele für geschichtliche Hinweise: Votivtafeln zum Keilbach (Ahrntal), Hochwasserstände auf einer Hausmauer in Salurn, Überschwemmungskarte der Rienz aus dem Jahre 1882

In der Phase der Nachforschungen erfordert vor allem das Aufsuchen der möglichen Dokumentationsquellen viel Zeit und einen beachtlichen Organisationsaufwand. Bereits in dieser Phase muss eine gewisse Auswahl getroffen werden, um jene Dokumente auszuscheiden, die zuverlässige und ausführliche Informationen enthalten.

In der zweiten Phase werden die Informationen eingehender analysiert, die einzelnen Daten werden herausgefiltert und gemäß des Ereignisdokumentationssystems ED30 schematisiert. Um ein Ereignis als solches ausreichend zu beschreiben, muss dessen Information über die Mindestanforderungen, den so genannten „3 W-Kriterien“ (Was? Wo? Wann?), verfügen. Diese drei Kriterien, das heißt der Prozessstyp, der Ort des Geschehens (zumindest das Haupteinzugsgebiet) und das Datum (zumindest das Jahr) sind inzwischen - zumindest in den Alpenstaaten - allgemein akzeptiert. Die Datenqualität hängt stark vom Typ und vom Zweck des untersuchten Dokuments ab.

In der dritten Phase werden die Daten in die Geodatenbank der Ereignisdokumentation ED30, die für die Dokumentation sämtlicher Ereignisse eingesetzt wird, eingegeben. Vor der Eingabe werden die neuen Daten mit den bereits in der Datenbank vorhandenen Daten verglichen, um festzustellen, ob die Informationen eventuell bereits vorhanden sind. Nur wenn dies nicht der Fall ist, wird ein neuer Datensatz eingegeben. Andernfalls werden die bereits vorhandenen Daten mit neuen Erkenntnissen erweitert bzw. korrigiert. Fotografien und Geodaten sind selten vorhanden und deshalb sehr wertvoll; sie werden in einem Fotoarchiv und in der Geodatenbank archiviert.

Wichtig ist auch, dass die Herkunft der untersuchten Quellen bekannt ist. Deshalb werden Titel, Autor und Aufbewahrungsort der Originaldokumente in die Datenbank „BIBLIO30“ eingeben und in einigen Fällen, sofern dies möglich ist und die rechtlichen Voraussetzungen bestehen, wird das Dokument oder eine Kopie davon aufbewahrt.

Ergebnisse

Im Rahmen der verschiedenen Erhebungskampagnen wurden in die Datenbank 2140 Ereignisse, beginnend mit dem Jahr 585 n. Christus, eingegeben.

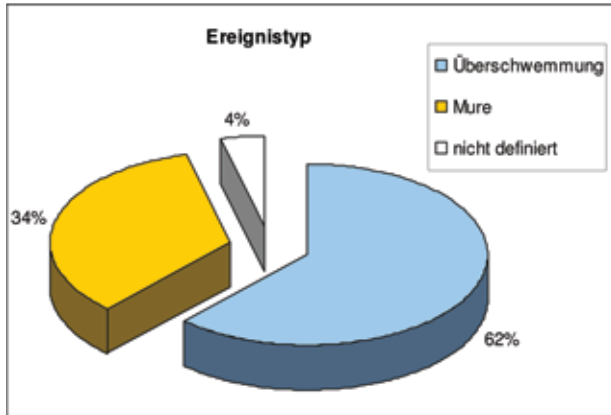


Abb. 4-5: Häufigkeit der Ereignisse nach Ereignistyp

Die Überschwemmungen stellen mit 62% unter den untersuchten Ereignissen den weitaus häufigsten Ereignistyp dar. Dies ist auch dadurch bedingt, dass diese aufgrund des Ausmaßes und der Schäden den größten Eindruck in der Bevölkerung hinterlassen haben und dadurch die kollektive Erinnerung am stärksten ausgeprägt ist. Murgänge kommen in Wirklichkeit wesentlich häufiger vor als Überschwemmungen, betreffen aber eine geringere Anzahl von Personen. 4% der Ereignisse sind nicht klassifizierbar, da im Dokument genaue Hinweise fehlen und auf dem betroffenen Gewässer mehrere Ereignistypen möglich sind. Die zeitliche Verteilung der Ereignisse ist hauptsächlich an das Vorhandensein von Dokumenten gebunden. Daher ist es nicht möglich, direkte Rückschlüsse über die Häufigkeit der Ereignisse zu erhalten. Trotzdem fallen besondere Perioden wie die zweite Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts ins Auge, in denen in kurzer Abfolge mehrere Katastrophenjahre (1855, 1868, 1876, 1882, 1885, 1888) überliefert werden konnten (siehe Abbildung 4-6).



Abb. 4-6: Zeitliche Verteilung der registrierten Ereignisse

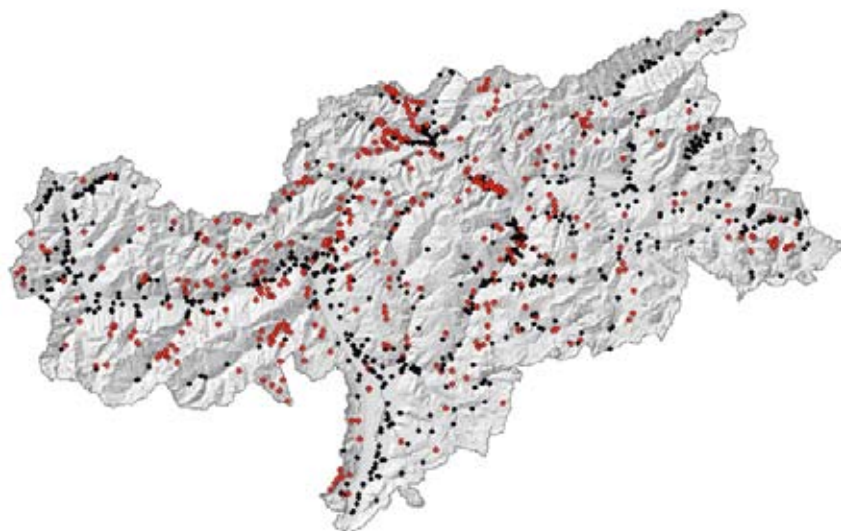


Fig. 4-7: Verteilung der aufgenommenen Ereignisse auf dem Landesgebiet (schwarze Punkte - historische Erhebung ED30 History, rote Punkte - Erhebung aktueller Ereignisse ED30).

Schlussfolgerungen und Diskussion

Die gesammelten Informationen vervollständigen die bereits in der Datenbank ED30 vorhandenen Aufzeichnungen und decken das gesamte Landesgebiet ab, wenn auch mit einer ungleichmäßigen Dichte, da nur einige Gebiete systematisch und vertieft untersucht wurden. Die Informationen sind für die Naturgefahrenbeurteilung und für ein besseres Verständnis der Einzugsgebiete und ihrer hydrogeologischen Eigenschaften äußerst nützlich. Für viele Gewässer ist heute eine objektive Dokumentation ihrer Gefährlichkeit vorhanden, die hauptsächlich für die Entscheidungsprozesse, die Information und Sensibilisierung der lokalen Bevölkerung von Nutzen ist.

Aufgrund der gesammelten Informationen erscheinen weitere Studien auf Gemeinde- oder Einzugsgebietsebene sinnvoll, mit Hilfe derer ein einheitlicher Informationsstand für das gesamte Landesgebiet erreicht werden sollte. Dadurch wäre es auch möglich, verschiedene Gebiete miteinander zu vergleichen. Von speziellem Interesse sind aufgrund ihrer Komplexität und der Konsequenzen, die sie mit sich brachten, die großen Ereignisse von regionaler Bedeutung, wie beispielsweise jene der Jahre 1882 und 1966. Für diese Ereignisse wäre eine Rekonstruktion der Abläufe unter Einbeziehung der modernen Ansätze des Gebietsmanagements und der Gebietsplanung erstrebenswert.

Literatur

Anonymus (1891): Chronik der Hochwasser- und Wildbachverheerungen, der Bergschlipfe, Muhrbrüche und Felsstürze in Tirol und Vorarlberg bis inklusive 1891. Wien.

Eschgfäller, M. (2007): Chronik der Naturereignisse in der Gemeinde Graun. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken. Bozen.

Fliri, F. (1998): Naturchronik von Tirol. Innsbruck.

Platzer, M. (2005): Räumliche Verortung der „Naturchronik von Tirol (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasser-

schutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken. Bozen.

Scherer, C. (2005): Räumliche Verortung der „Naturchronik von Tirol (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken), Bozen.

Scherer, C., Marangoni, N. (2004): Grundlagenerhebung zum Zweck der integralen Analyse des Ereignisses vom 09.08.1921 am Tinnebach. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen des Interreg III B Projektes DIS-ALP, Bozen.

Tötsch, E. (2005): Räumliche Verortung der Ereignischronik „Chronik der Hochwasser- und Wildbachverheerungen, der Bergschliffe, Muhrbrüche und Felsstürze in Tirol und Vorarlberg incl. 1891 und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken, Bozen.

Tötsch, E., Pichler, S. (2005): Rekonstruktion historischer Überschwemmungsereignisse im Brixner Talbecken. Erfassung bestehender Unterlagen und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Bozen.

Zischg, A. (2005): Rekonstruktion historischer Überschwemmungsereignisse im Sterzinger Talbecken. Erfassung bestehender Unterlagen und Eingabe in ED30. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIB Alpenraum Projekts „Dis-Alp Disaster Information System for the Alpine Space“, Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Pollinger, R., Sperling, M., Mazzorana, B., Marangoni, N., Berger, E., Staffler, H. (2007): Historische Überschwemmungs- und Murgangereignisse in Südtirol. Erhebung und Dokumentation. Der Schlern 3(81), 3-16.

4.1.2 Literaturdatenbank BIBLIO30

Andreas Zischg, Pierpaolo Macconi

Einführung

Grundvoraussetzung für das Treffen von kompetenten Entscheidungen im Naturgefahren- und Risikomanagement ist die Berücksichtigung jeder verfügbaren Information und des aktuellen Wissensstandes (D.L. 11 giugno 1998, n. 180, Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 29 settembre 1998, Legge 3 agosto 1998, n. 267). Heute entstehen innerhalb kürzester Zeit neue Informationen, Gutachten oder Forschungsarbeiten zur Naturgefahrensituation und sie erweitern ständig den Kenntnisstand. Jede Dokumentation über Naturgefahrenereignisse oder durchgeführte Studien zur Gefährdungssituation einer bestimmten Lokalität bildet eine wertvolle Grundlage für die Beurteilung von Naturgefahren (Autonome Provinz Bozen – Südtirol 2006). Um den Wissensstand über Wassergefahren im Kompetenzbereich der Abteilung Wasserschutzbauten zu dokumentieren und bei speziellen Fragestellungen auf die aktuelle Literatur zugreifen zu können, wurde die Literaturdatenbank BIBLIO30 erstellt.

Methode

Im Rahmen von IHR und vorhergehender Interreg-Projekte wurden viele historische Quellen mit Information über Naturereignisse ausgewertet. Bei der Auswertung oder Interpretation von historischen Quellen müssen neben prozessspezifischen Kenntnissen quellenkritische Aspekte bewertet werden (Zischg 2005, Zischg 2006a, Zischg et al. 2007). Um bei der Eingabe von Informationen über Naturereignisse aus historischen Quellen in die Datenbank der Ereignisdokumentation ED30 die Nachvollziehbarkeit und die Rückverfolgung auf das Originaldokument zu

gewährleisten, wurde die Datenbank BIBLIO30 entworfen. Bei Unsicherheiten in der Interpretation der historischen Ereignisse kann mit der Verknüpfung zwischen Ereignisdokumentation und Literaturdatenbank der Zugriff auf die Originalquellen ermöglicht und damit Interpretationsfehler bei der Verwendung der Daten im Detailmaßstab minimiert werden. Neben diesem ursprünglichen Hauptaspekt kamen im Laufe der Projekte der Plattform IHR weitere Aspekte für die Weiterentwicklung der Datenbank BIBLIO30 hinzu, wie beispielsweise die Bedeutung, einen ständigen Überblick über die neu erschienenen Einzugsgebetsstudien und andere wesentliche Informationsquellen zu erhalten.

In der Literaturdatenbank BIBLIO30 werden Literaturzitate zu Ereignissen oder Gutachten bezüglich Wassergefahren archiviert. Zu den Zitaten werden die Standorte (z.B. Bibliothek, URL) der Quelle eingegeben. Die Entwicklung von BIBLIO30 erfolgte in enger Anlehnung an die Datenbank ED30. Aus diesem Grund wurde sie in Microsoft ACCESS entworfen. Die Datenbank ist direkt mit den Tabellen von ED30 verknüpft.

Haupttabelle der IHR Literaturdatenbank ist „tdtaLiteratur“. Sie enthält Information über Literaturzitate wie Autor, Titel, Jahr der Publikation, Publikationsstatus, Verlag, Bemerkungen zum Dokumentinhalt, Schlagwörter, gegebenenfalls den Link zur Quelle und räumliche Informationen zum Inhalt des Dokuments wie Gemeinden oder die Einzugsgebiete von öffentlichen Fließgewässern. Für die Angaben dieser raumbezogenen Information verwendet BIBLIO30 die Schlüsseltabellen von ED30 („Dizionario Corsi d’acqua“, „Dizionario Comuni“). Jedem Eintrag in ED30, dessen Information aus einem historischen oder zeitgenössischen Dokument entnommen wurde, wird über die in der Datenbank ED30 enthaltenen Relationstabelle „ED_Lit“ mit dem entsprechenden Eintrag in BIBLIO30 verknüpft (m:n Relation).

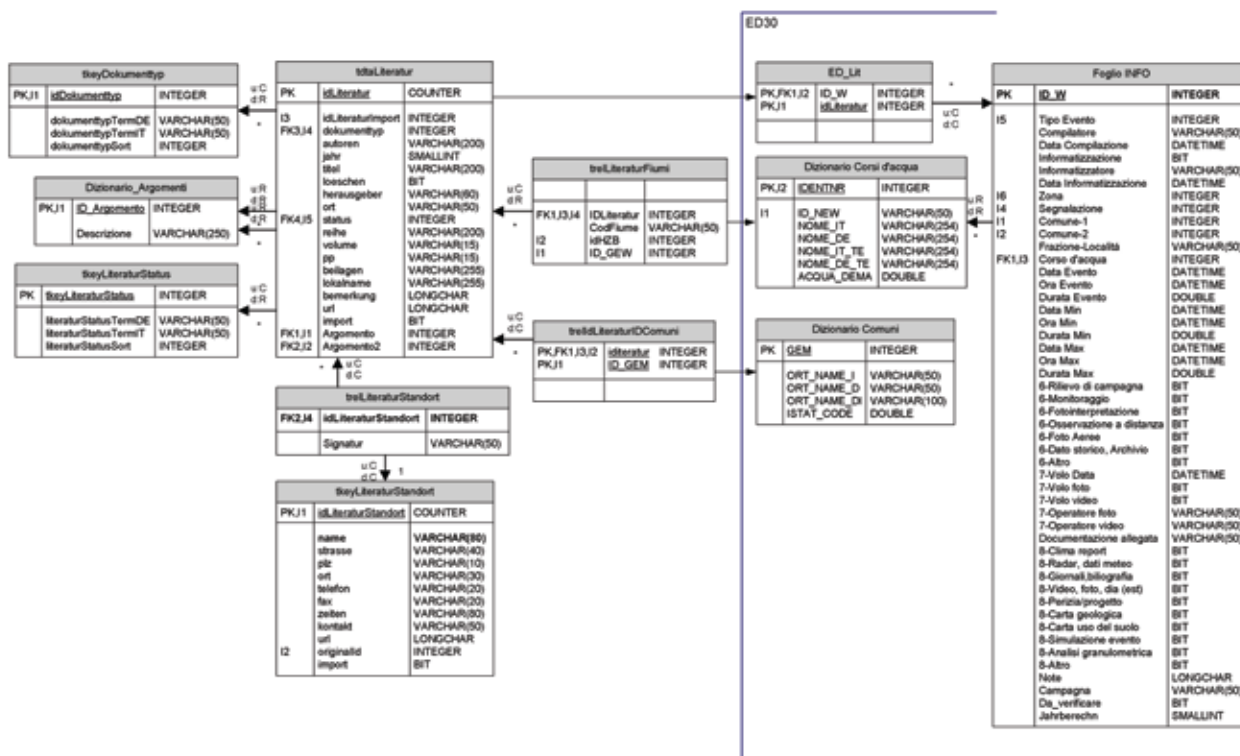


Abb. 4-8: Datenmodell der IHR Literaturdatenbank BIBLIO30. Stand: 17.08.2006. Quelle: Zischg (2006b)

Die Benutzeroberfläche von BIBLIO30 wurde an ED30 angepasst. Aus der Benutzeroberfläche von ED30 kann bei der Eingabe von historischen Überschwemmungs- und Murgangereignissen die Eingabemaske von BIBLIO30 aufgerufen und das Zitat der historischen Quelle in die Datenbank eingegeben werden. Dabei wird automatisch der Eintrag in der Verknüpfungstabelle erstellt.



Abb. 4-9: Benutzeroberfläche für die Suche in der Datenbank BIBLIO30. Stand: 17.11.2007

Ergebnisse

Neben den Zitaten der historischen Quellen im Rahmen der Dokumentation von historischen Naturereignissen werden in BIBLIO30 laufend Projektberichte, Einzugsgebietsstudien, relevante wissenschaftliche Literatur und sonstige Berichte nachgeführt. Damit dokumentiert die Abteilung 30 laufend den Wissensstand zu Wassergefahren und hydrogeologischen Risiken. Mittels räumlichen und thematischen Abfragen können Literaturabfragen auf effiziente und einfache Weise ermittelt werden.

Schlussfolgerungen und Diskussion

Für Fachexperten und Wissenschaftler, die sich in Südtirol mit dem Thema Wassergefahren und hydrogeologische Risiken beschäftigen, ist die Datenbank ein wichtiger Anlaufpunkt. Die Suche

nach relevanter Information in der Datenbank BIBLIO30 ist ein wesentlicher Ausgangspunkt jeder Tätigkeit im Naturgefahrenmanagement. Die Datenstruktur der Literaturliteraturdatenbank bildet die Vorlage für die Sammlung und Archivierung aller Quellen mit Angaben über Überschwemmungs- und Murgangereignisse, die im Zuge der Erstellung der Gefahrenzonenpläne erhoben und ausgewertet werden.

Literatur

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2006): Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR). Bozen.

Zischg, A. (2005): Rekonstruktion historischer Überschwemmungsereignisse im Sterzinger Talbecken. Erfassung bestehender Unterlagen und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Interreg III B Dis-Alp. Bozen.

Zischg, A. (2006a): Leitfaden für die Erhebung und Dokumentation historischer Murgang- und Überschwemmungsereignisse in der Autonomen Provinz Bozen Südtirol. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Interreg III B Dis-Alp. Bozen.

Zischg, A. (2006b): Datenmodelle und Datenstandards zu Daten über Naturgefahren in der Abteilung Wasserschutzbauten, Autonome Provinz Bozen – Südtirol. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Interreg III A „Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Pollinger, R., Sperling, M., Mazzorana, B., Marangoni, N., Berger, E., Staffler, H. (2007): Historische Überschwemmungs- und Murgangereignisse in Südtirol. Erhebung und Dokumentation. Der Schlern; 3(81), 3-16.

4.1.3 Informationssystem für Einzugsgebiete BASIN30

Diego Mantovani

Einführung

Im Rahmen der Planung für die Erstellung von Wasserschutzbauten sind Informationen über das betreffende Einzugsgebiet wesentlich. Die Autonome Provinz Bozen – Südtirol und insbesondere die Abteilung Wasserschutzbauten ist an verschiedenen Fronten tätig, um eine umfassende Sammlung der technischen Daten vorzunehmen, die geografisch klar definierbar sind. Für diese Zwecke entwickelte die Abteilung Wasserschutzbauten das Einzugsgebiets-Informationssystem BASIN30 (basin formation system).

Das Ziel von BASIN30 besteht darin, alle geografischen und technischen Informationen eines bestimmten Einzugsgebietes - oder eines Teiles davon - zusammenzuführen sowie schnell und einfach zur Verfügung zu stellen. BASIN30 geht von Informationsebenen aus, die der Landesverwaltung bereits zur Verfügung stehen, sammelt und visualisiert für einen bestimmten Abschlussquerschnitt verschiedene Arten von Informationen wie beispielsweise topografische, hydrologische, geologische Daten, Bautenkataster und Kataster der Naturereignisse, die für die Erstellung der Einzugsgebietsstudien von Nutzen sind.

Aufbau und Softwarekomponenten

Das System wurde als GIS-Applikation auf Basis der Software ArcGIS-ArcView von ESRI entwickelt. Dieses Anwenderprogramm nutzt – insbesondere hinsichtlich hydrologischer Untersuchungen – eine Reihe von spezifischen Software-Modulen, die von der Associazione Italiana di Idromomia (AIDI) erstellt wurden.

Inhalte

Innerhalb der GIS-Applikation BASIN30 wurde versucht, all jene Daten zu gewinnen und zu sammeln, die einen engen Bezug zur Sicherung und zum Schutz des Lebensraumes vor Wassergefahren haben. Tabelle 4-1 fasst die Arten an berücksichtigten Daten und berechneten Parametern zu übergeordneten Kategorien zusammen. Die ausführliche Beschreibung aller Informationsebenen und der von BASIN30 produzierten Parameter wird in Anhang 4 angeführt.

Art der Daten	Kurzbeschreibung
Topografie des Einzugsgebiets	Gelände, Gefälle, Exposition, Kote usw.
Drainagekennwerte	Entwässerungsdichte, Klassifizierung nach Horton-Strahler
Thematische Kennwerte	Bodennutzung, Geologie, Bautenkataster (BAUKAT30), Ereignisdokumentation (ED30), Gefahrenhinweiskarten (GHK).
Hydrologie	Regenfälle und Regenwassermenge

Tab. 4-1: Arten der zu übergeordneten Kategorien zusammengefassten Daten und Parameter

Methode

Die innerhalb des Anwenderprogramms vorgesehenen Arbeitsphasen können folgendermaßen schematisch dargestellt werden:

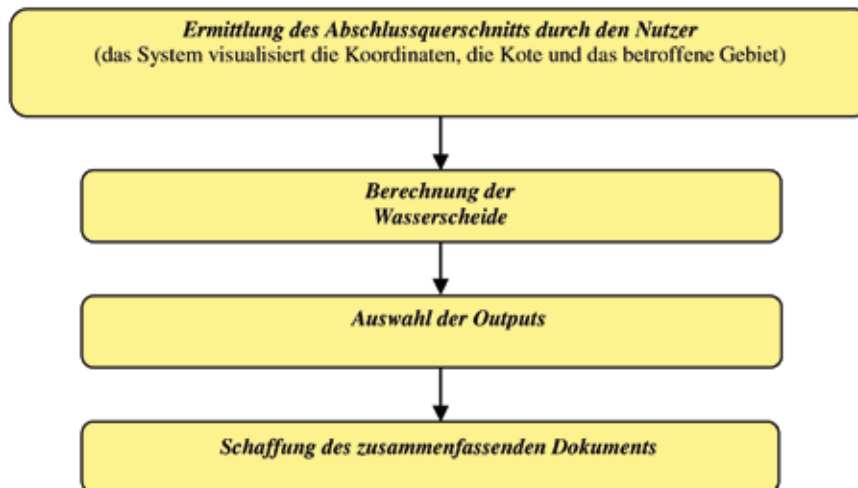


Abb. 4-10: In BASIN30 implementierte Arbeitsschritte

Alle vier Phasen werden mittels einer intuitiven und vollständigen Maske verwaltet (siehe Abbildung 4-11), welche dem Nutzer etliche Freiheiten bei der quantitativen und qualitativen Auswahl des gewünschten Outputs lässt.



Abb. 4-11: Darstellung des Arbeitsumfelds mit der Hauptmaske

Die anfängliche Ermittlung des Abschlussquerschnitts wird erleichtert durch die in BASIN30 integrierte Möglichkeit der Visualisierung jeder beliebigen weiteren Informationsebene zusätzlich zu den bereits im System eingeschalteten Standardebenen. Die Organisation und Speicherung der erhaltenen Daten erfolgt in einer Output-Kartei, die durch einen Identifizierungscode und durch den offiziellen Namen des untersuchten Baches gekennzeichnet ist.

Ergebnisse

Das Endprodukt von BASIN30 ist ein Microsoft WORD-Dokument, das die vom Programm gewonnenen und berechneten Daten enthält und das nach den Erfordernissen der Abteilung Wasserschutzbauten (siehe Anlage 4) in Kapitel gegliedert und gestaltet ist. Dieses zusammenfassende Dokument ist nicht nur ein Bezugspunkt für die Planungstätigkeit, sondern stellt auch den Ausgangspunkt sämtlicher Studien im betroffenen Einzugsgebiet dar.

Zusammen mit der Schaffung dieses Dokuments werden im Output-Ordner verschiedene Datentypen bereitgestellt:

- Digitales Höhenmodell des Einzugsgebiets (DEM)
- Shape-Dateien der Themenbereiche (BAUKAT30, ED30, Geologie, Bodennutzung, Gefahrenhinweisflächen, Forsttypen)
- TXT-Dateien, die aus der hydrologischen Simulation stammen
- PDF- und JPG-Dateien der im zusammenfassenden Dokument verwendeten Karten

Schlussfolgerungen und Diskussion

Indem das Instrument BASIN30 einerseits die Information konzentriert und sie andererseits leichter nutzbar macht, eignet es sich bestens dazu, allen im Naturgefahrenmanagement tätigen Personen ein brauchbares und objektives Hilfsmittel bei der Untersuchung und Analyse des Einzugsgebiets bereitzustellen.

Hinsichtlich der Datenverarbeitung zeichnet sich BASIN30 durch eine leichte Aktualisierbarkeit der Daten aus, da es genügt, überholte Informationsebenen mit rezentere zu ersetzen, ohne

die gesamte Software verändern oder neu programmieren zu müssen. Ein weiterer Vorteil des Systems liegt in der Verwendung einer weit verbreiteten und brauchbaren Arbeitsplattform (ArcGIS-ArcView von ESRI) für die typischen GIS-Funktionen und der Nutzung von speziellen Softwaremodulen für hydrologische Analysen.

Anmerkungen

Das Projekt wurde von einer Arbeitsgruppe konzipiert, die aus Personal der Abteilung Wasserschutzbauten der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol und aus externem Personal besteht. Die praktische Umsetzung von BASIN30 wurde von der Associazione Italiana di Idronomia (AIDI) durchgeführt.

4.2 Informations- und Kommunikationsmanagement

Hanspeter Staffler

Zeitgemäßes Naturgefahrenmanagement bedeutet zeitgemäßes Wissensmanagement. Wissen erlangt man durch spontanen Erkenntnisgewinn oder durch systematische Kombination von sorgfältig ausgewählten Informationen, welche über ein System abrufbar sind. Während in der Vergangenheit Wissen sehr stark personenbezogen und damit subjektiv war, ermöglichen es moderne Instrumente, Wissen zu entpersonalisieren und damit zu objektivieren. Das Wissen soll unabhängig vom Menschen sein, der es schafft. Jeder Erkenntnisgewinn soll standardmäßig dokumentiert und transferiert werden. Dies ist eine dauernde Aufgabe.

Damit aus Information Wissen entstehen kann, bedarf es einiger wichtiger Voraussetzungen:

- Information soll frei verfügbar sein
- Information soll leicht zugänglich sein
- Information soll übersichtlich dargestellt werden
- Information soll nachvollziehbar aufbereitet sein
- Information soll verständlich sein
- Information soll leicht kombinierbar sein
- Information soll aktualisierbar sein

All diese Punkte waren maßgebend für die Entscheidung, das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken IHR zu schaffen. Die Möglichkeit, über dieses System moderne Gefahrenhinweiskarten, aktuelle Karten zum Schadenpotenzial, Informationen über historische Ereignisse oder Fachbeiträge aus der Literaturdatenbank zu konsultieren, erlaubt es, rasch an Wissen zu gelangen und es weiterzuverwerten. Neben den technischen Möglichkeiten für einen Zugriff auf Information hat die Weitergabe von Information durch zwischenmenschliche Kommunikation eine wesentliche Bedeutung.

Die Anforderung an die übersichtliche und verständliche Aufbereitung des Wissens machte es erforderlich, die verschiedenen Produkte des Informationssystems IHR den unterschiedlichen Bedürfnissen der verschiedenen Benutzer entsprechend aufzubereiten.

- Für die verantwortlichen Techniker und die Entscheidungsträger der Gemeindeverwaltungen wurden die Produkte und Verfahren des Informationssystems IHR in Form des Merkblatts zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren aufbereitet. Das Merkblatt stellte außerdem eine Hilfe bei der Vereinheitlichung und Optimierung der Prozeduren in der Betreuung der Gemeinden bei der Erstellung der Gefahrenzonenpläne von Seiten der Techniker der Abteilung Wasserschutzbauten dar.

- Die Techniker der Abteilung Wasserschutzbauten wurden laufend über die Mitarbeit in den Arbeitsgruppen der Plattform IHR oder in internen Seminaren über die Verfahren und Produkte informiert.
- Die interessierte Öffentlichkeit kann auf die räumlichen Informationen über ein web-basiertes Informationssystem, den Hazard Browser, zugreifen. Für den Datenaustausch mit beauftragten externen Technikern wurden standardisierte Prozeduren und Datenvorlagen geschaffen.

4.2.1 Merkblatt: Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren

Hanspeter Staffler, Elisabeth Berger, Thomas Thaler

Die moderne Gefahrenzonenplanung erfordert den Einsatz neuester Technologien und setzt einen hohen Aufwand an Koordination voraus. Damit die Kommunikation zwischen der Abteilung Wasserschutzbauten und allen Partnern wie Gemeinden, externen Freiberuflern sowie anderen Landesämtern in geregelten Bahnen verläuft, bedarf es eines einheitlichen Leitfadens. Deshalb wurde im Rahmen von IHR ein Merkblatt zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren (Merkblatt: Erstellung eines Gefahrenzonenplanes für Wassergefahren) entwickelt, welches Informationen in standardisierter und einheitlicher Form vermittelt.



Abb. 4-12 Titelblatt des Merkblattes zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren

Das Merkblatt zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren gliedert sich in einen allgemeinen und in einen speziellen Teil. Ersterer ist für alle Gemeinden

gleich und erläutert die Grundsätze der Gefahrenzonenplanung sowie den Ablauf des entsprechenden Verfahrens. Der spezielle Teil hingegen beinhaltet hauptsächlich Daten und Kartenmaterial für das jeweilige Gemeindegebiet sowie die Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne. Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte des Merkblattes Wassergefahren kurz besprochen:

Allgemeiner Teil

a) Technisches Verfahren zur Beurteilung der Wassergefahren

Die Erstellung der Gefahrenzonenpläne stellt ein institutionsübergreifendes Verfahren dar, bei dem viel Koordinationsbedarf entsteht. Aus diesem Grunde ist eine klar festgelegte Vorgangsweise unerlässlich. Sie sieht vier wesentliche Phasen vor.

Phase A - Vorbereitung:

Zunächst wird der Kontakt zwischen Gemeinde und Abteilung Wasserschutzbauten hergestellt, dann erfolgt die Festlegung der technischen und raumordnerischen Ziele durch beide Seiten. Die Abteilung Wasserschutzbauten legt in Absprache mit der Gemeinde die Bearbeitungstiefen fest, mit welchen das Gemeindegebiet untersucht werden muss.

Phase B - Ausschreibung und Vergabe:

Anschließend erfolgt die Ausschreibung und die Vergabe des Auftrags für die Ausarbeitung des Planes an das am besten geeignete Expertenteam durch die Gemeinde.

Phase C - Projektierung:

Das beauftragte Expertenteam erhält die für die Erstellung des Gefahrenzonenplanes notwendigen Daten von der Abteilung Wasserschutzbauten und erarbeitet den Entwurf des Gefahrenzonenplanes. Die Abteilung Wasserschutzbauten betreut das Expertenteam bei der Ausarbeitung und unterzieht den erarbeiteten Entwurf einer Vorprüfung.

Phase D - Genehmigung:

Der Gefahrenzonenplan wird von der Landesregierung genehmigt. Das Landesraumordnungsgesetz 13/1997 bildet die gesetzliche Grundlage für das Genehmigungsverfahren.

Der genaue Ablauf des Verfahrens zur Ausarbeitung des Gefahrenzonenplanes ist in der Abbildung 4-13 dargestellt.

b) Datengrundlagen

Die Abteilung Wasserschutzbauten hat in den letzten Jahren sehr viel Arbeit in das Sammeln, Auswerten und Aufbereiten von Daten zu den Wassergefahren investiert. Im Zuge verschiedener Projekte entstanden wertvolle Dokumente wie die Gefahrenhinweiskarten für Wassergefahren, der Bautenkataster, die Ereignisdokumentation und die Literaturdatenbank. Die Gefahrenhinweiskarten zeigen die potenziellen Gefahrenbereiche auf und sind für die Naturgefahren Überschwemmung, Murgang und Übersarung verfügbar. Sie basieren zum Großteil auf numerischen Modellierungen. Die Ereignisdokumentation der Abteilung Wasserschutzbauten dokumentiert bereits eingetretene Ereignisse und stellt somit einen wichtigen Beitrag für die Gefahrenbeurteilung dar. Der Bautenkataster beinhaltet neben geografischen Informationen zu sämtlichen Bauwerken, welche in den Wildbächen, Lawenstrichen und auf den Hängen des Landes anzutreffen sind, auch eine Beurteilung des baulichen Zustandes. Die Literaturdatenbank der Abteilung Wasserschutzbauten enthält Literaturzitate mit Angaben zu hydrogeologischen Gefahren und Risiken. Sie ist mit der Datenbank zur Ereignisdokumentation verknüpft und enthält auch eine Reihe von Zitaten aus historischen Quellen.

c) Tabelle der Bearbeitungstiefen Wassergefahren

Diese Tabelle stellt einen zentralen Inhalt des Merkblattes Wassergefahren dar. Sie wird auf Grundlage der vorhandenen Daten und gemäß Richtlinien für die Erstellung von Gefahrenzonenplänen erarbeitet und unterteilt das entsprechende Gemeindegebiet in Bereiche mit unterschiedlichen Bearbeitungstiefen. Das Ziel dieser Tabelle ist die Verringerung des Aufwandes bei der Erstellung des Gefahrenzonenplanes durch die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf Gebiete mit hohem Schadenpotenzial (siehe Abb. 4-14).

Vorgehen bei der Vergabe und Betreuung von Gefahrenzonenplänen - Wassergefahren			
Phase	Arbeitsschritt	Abt. 30 Wasserschutzbauten	Gemeinde
	0. Kontaktaufnahme Gemeinde Abt. 30	Gemeinde kontaktiert Abt. 30 Wasserschutzbauten und andere zuständige Ämter	
A. Vorbereitung	1. Festlegung der technischen und raumordnerischen Ziele	-Festlegung der technischen Ziele - Wassergefahren -Bereitstellung Grundlagendaten	-Festlegung der raumordnerischen Ziele -Bereitstellung Information
	2. Festlegung Bearbeitungstiefen	-Gesamtprojektleitung (Gemeinde, extern, oder evtl. Landesamt) - fakultativ -Festlegung der Bearbeitungstiefen für Wassergefahren als Fachberatung für Gemeinde	
Meilenstein 1: Endgültige Festlegung der Bearbeitungstiefen in der "Dienststellenkonferenz": Raumordnung, Wasserschutzbauten, Geologie, Amt für Zivilschutz, Hydrographie, Forst, Gemeinde			
B. Ausschreibung und Vergabe	3. Ausschreibung	-Beratung bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen -Definition Anforderungen in der Auftragsvergabe -Definition Datenstandards -Definition Methoden	-Ausschreibung
	4. Vergabe	-Beratung bei der Prüfung der Angebote zur Beurteilung der Wassergefahren	-Vergabe Auftrag -Information der Öffentlichkeit
C. Projektbegleitung	5. Betreuung Techniker	-Lieferung von Grundlagendaten -Hilfestellung bei der Wahl der zu berücksichtigenden Szenarien -Technische Betreuung Auftragnehmer	-Administrative Unterstützung -Information der Öffentlichkeit
	6. Vorprüfung	-Kontrolle auf Richtigkeit, Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit -Qualitätskontrolle -Ggf. Korrekturen, Zusatzarbeiten definieren -Standardisierter Bericht	
D. Genehmigung	7. Genehmigung Gefahrenzonenplan Wassergefahren		-Genehmigung durch Gemeinderat -Veröffentlichung -Sammeln der Einwände -Schlussanträge des Gemeinderates -Weiterleitung an Landesregierung
Meilenstein 2: Gutachten der Dienststellenkonferenz für die Landesregierung und Genehmigung durch die Landesregierung			

Abb. 4-13: Diese Grafik ist ein fester Bestandteil des Merkblattes und beschreibt in schematischer Form den genauen Ablauf für die Ausarbeitung und Genehmigung eines Gefahrenzonenplanes

Tabellarische Darstellung der Bearbeitungstiefen

Wassergefahren



Gemeinde Neumarkt

Zu untersuchende Fließgewässer und deren Einzugsgebiete:

Fließgewässer			Bearbeitungstiefe		
ö. Gw. nr.	Typ	Bezeichnung	EZG	SWB	
A	TF	Etsch		B 5.000/10.000	EZG = Einzugsgebiet
A.35	WB	Trudnerbach	B5.000	B5.000	SWB = Schadenwirkungsbereich
A.25	WB	Aalbach	B10.000	B5.000	NÖG = nicht öffentliches Gewässer
NÖG	WB	Fossato 1	B5.000	B5.000	TF = Talfluss
NÖG	WB	Fossato 2	B5.000	B5.000	WB = Wildbach
NÖG	WB	Fossato 3	B5.000	B5.000	
NÖG	WB	Fossato 4	B10.000	B10.000	
NÖG	WB	Fossato 5	B10.000	B10.000	
NÖG	WB	Fossato 6	B5.000	B5.000	

Abb. 4-14: Tabelle der Bearbeitungstiefen, dargestellt am Beispiel der Gemeinde Neumarkt

Den Ausgangspunkt für die Erstellung dieser Tabelle stellt ein Schlüssel dar (siehe Abb. 4-15), der die Naturgefahren Überschwemmung, Übersarung, und Murgang mit dem Schadenpotenzial des betroffenen Gebietes in Relation bringt und so die Bearbeitungstiefe festlegt.

Schadenpotenzial-kategorie	Talflüsse		Wildbäche	
	Überschwemmung	Übersarung	Murgang	
SPKat3 (Siedlungen)	B5000	B5000/10000	B5000	B5000
SPKat2 (Infrastruktur)	B10000	B10000/B0	B10000	B10000
SPKat1 (Naturraum)	B0	B0	B0	B0

EZG / **SWB** EZG ... Bearbeitungstiefe im Einzugsgebiet/Herkunftsgebiet des Prozesses
 SWB ... Bearbeitungstiefe im Schadenwirkungsbereich des Prozesses

B5000 ... große Bearbeitungstiefe (Maßstab 1:5.000)
 B10000 ... geringere Bearbeitungstiefe (Maßstab 1:10.000)
 B0 ... keine Bearbeitung

Abb. 4-15: Schlüssel für die Ermittlung der Flächen mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe

d) Hydrologische Daten

Für die Modellierung der Zu- und Abflüsse stehen grundsätzlich die Modelle AIDI und VAPI zur Verfügung. Die für die betroffenen Wassereinzugsgebiete errechneten Werte werden der Gemeinde im Zuge der Erstellung des Gefahrenzonenplanes zur Verfügung gestellt. Die Niederschlags- und Abflussdaten werden vom Hydrographischen Amt der Provinz Bozen erhoben und können dort bezogen werden.

e) Anleitung für die Ausschreibung

Diese Anleitung besteht aus einer Auflistung von Schwerpunkten, welche bei der Vergabe des Auftrages zur Erstellung eines Gefahrenzonenplanes berücksichtigt werden sollten.

Die Gemeinde kann diese Anleitung als Grundlage für die Ausschreibung verwenden und nach Bedarf verändern und ergänzen. Grundsätzlich ist bereits in der Ausschreibungsphase ein besonderes Augenmerk auf einige Minimalbedingungen für die Gefahrenbeurteilung zu legen. Zu berücksichtigen sind vor allem:

- die fachliche Richtigkeit der Vorgehensweise und die korrekte Anwendung von bewährten und neuen Bearbeitungsmethoden
- die Nachvollziehbarkeit der Gefahrenbeurteilung durch transparentes Vorgehen und somit die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
- die konsequente Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen und Richtlinien
- die Öffentlichkeitsarbeit

f) Gesetze und Richtlinien

Dieser Abschnitt listet die gesetzlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne auf. Für das Land Südtirol sind vor allem die „Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR)“ im Sinne der Staatsgesetze Nr. 267 vom 3. August 1998 und Nr. 365 vom 11. Dezember 2000 (und der entsprechenden Durchführungsverordnungen D.P.C.M. vom 29. September 1998) sowie das Landesraumordnungsgesetz Nr. 13 vom 11. August 1997 in geltender Fassung (mit der entsprechenden Durchführungsverordnung D.LH Nr. 5 vom 23. Februar 1998) von Bedeutung.

Spezieller Teil

Der spezielle Teil des Merkblattes zum Verfahren für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für Wassergefahren beinhaltet in standardisierter Form für das jeweils betroffene Gemeindegebiet folgende Dokumente: je eine Karte der Schwachstellen für Dämme, Überbordung und Brücken, je eine Gefahrenhinweiskarte für Überschwemmung, Murgang und Übersarung, die Ereignisdokumentation (ED30), das Baukataster, die Karte der Schadenpotenzial-Kategorien, die Tabelle der Bearbeitungstiefen und die hydrologischen Daten. Des Weiteren enthält der spezielle Teil eine Vorlage für die Ausschreibung und Vergabe des Gefahrenzonenplanes an Experten (Leistungskatalog) und die Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des spezifischen Risikos (KSR).

Bisherige Erfahrungen aus der Praxis

Derzeit sind einige Projekte für die Erstellung von Gefahrenzonenplänen in verschiedenen Gemeinden des Landes im Gange. Diese Gemeinden haben nach mehreren Aussprachen jeweils ein Merkblatt erhalten und haben es begrüßt, dass ihnen die Datengrundlagen der Abteilung Wasserschutzbauten in übersichtlicher und einheitlicher Form zugestellt werden.

Ebenso hat es sich gezeigt, dass das Merkblatt für die ausführenden Freiberufler ein notwendiger und wichtiger Leitfaden ist. Je nach Ausbildungsgrad und wissenschaftlicher Schule können die Ansätze der externen Experten recht unterschiedlich ausfallen, was prinzipiell sogar von Vorteil ist. Es ist aber der Anspruch des Merkblattes, von mehreren methodischen Ansätzen jene aufzulisten, welche den momentanen Stand des Wissens (state of the art) repräsentieren. Damit kann ein einheitlicher und hoher fachlicher Standard gewährleistet werden.

Das Merkblatt wird auf Grundlage neuer Erkenntnisse sowie aufgrund von Rückmeldungen der Gemeinden und der Freiberufler laufend überarbeitet und verbessert. Es ist so aufgebaut, dass es der großen Dynamik, welche bei der Beurteilung von Wassergefahren in nächster Zeit zu erwarten ist, Rechnung tragen kann.

Die bisherigen Erfahrungen lassen darauf schließen, dass sich das Merkblatt als robustes Instrument der Vereinheitlichung und Vereinfachung des komplexen Arbeitsprozesses „Gefahrenzonenplan“ bewähren wird.

ED30 EREIGNISDOKUMENTATION
der Gemeinde Neumarkt

Etach - A

Koordinaten	Ursachendes Datum	GEWÄSSER	EREIGNISTYP	HISTORY
1063004	16/11/1960	Etach - A	Überschwemmung - Hochwasser	

GEMEINDEN	ORTSCHAFT	VOLUMEN(m ³)	SCHADEN
-	-	-	<input type="checkbox"/> Verletzungen <input type="checkbox"/> Wirtschaftsschaden <input type="checkbox"/> Verluste <input type="checkbox"/> Kultur / Umweltgüter <input type="checkbox"/> Private Verluste <input type="checkbox"/> Landw. Flächen

VERFÜGBARE DATEN

Thematische Bilder 25
 Geodaten
 Luftbilder 0

Notiz

Durch starken Regen, der über drei Tage anhielt, kam es in der Nacht zum 17. September zu einer Überschwemmung großer Ausmaße. Der Etach war über die Ufer getrieben, ungefähr 130 Hektar Kulturland waren überflutet. Der Wasserstand der Etach war so hoch, daß er die Schienen der "Kleinbahn Etach" am Hauptortlager zerstörte. Zum Glück gab es keine Verletzten. Katastropheneinsparungen trafen auf dem Windmühlberg ein. Die über die Ufer getriebenen Fische der Etach fielen an mehreren Stellen ausgebreitet über den Etach. Löss wurde am schwachen Ufer, ungeschützte Grund wurde überflutet und verschlammte.

Historia

Historia 11: 19. Pagine alla Acciaie Ufficio del Genio Civile di Bolzano INFORMAZIONI di ALTO ADIGE: Nall'oggi in varie zone della regione a partire da venerdì 16, Zona di Mezzano maggiormente colpita. Fenomeno Etach-Mezzano spazzata via per oltre 150m; Ore 4.00 di domenica vengono d'acqua la valle di S. Giorgio in valle di Mezzano. L'area medievale ed storica intonata. Strada Strada Bolzano-Mezzano: accoppiato da 1 m di acqua in zona Villanova per 150m e in zona Garzagnone per 100m; Val Venosta bloccata per straripamento in 3 punti: Resia, Vezzano e Lassa. Val Senales bloccata in 3 punti da Mezzano: Strada della Val Martello ostruito da Mezzano per una lunghezza di 3 km; In località Töll, il torrente del Rio Venosta si scontra. Sulla strada per le Pesche, frazione vicina al centro di Rio di Bolzano; Val d'Ultimo si registra il fenomeno di Mezzano, Santa Valpurga, Santa Caterina, A. Linares e Valdena, con acqua in valle. Strada Brennero-Cortina-Campolongo. Mezzano, il fenomeno intonata del traffico sulla Strada Senales. In Val Gardena si registra una frana in località S. Maria; Strada Provinciale di Tress ostruita da una frana per circa 40 m; Ore 17 della domenica Mezzano delle intonate con pioggia battente; notte di domenica 17/9/60.

REGISTRATI: sabato ore 3, straripamento di Lassa-Pesche (circa 4m); sabato ore 15, Porto Adige, livello a 5,33 m; sabato ore 18, S. Maria, livello a 6,35 m. Ore 19:00 Strada Provinciale Mezzano-Torbole. Der Etach zerstört das Dorf. Die Feuerwehr spendt insgesamt 162 Stunden im Einsatz. Ein Dammbruch unmittelbar vor S. Maria konnte aber nicht verhindert werden. Auch Mezzano litt unter der Feuerwehre Hilfe.

Literatur

Werni, A.	Geographie der Etach zwischen Mezzano und San Michele - Flussregulierung, Trockenlegung der Mezzano
Sigfried Winkler	100 Jahre Freiwillige Feuerwehr Mezzano 1932 - 2002
Hausen Ferdinand	Chronik der Freiwilligen Feuerwehr von Lassa
Alto Adige	Alto Adige der 18-19.26.1960
Bretschneider	100 Jahre Freiwillige Feuerwehr Torbole

Abb. 4-16: Beispiel für die Ereignisdokumentation einer Überschwemmung im Jahre 1960, beigelegt im Merkblatt der Gemeinde Neumarkt

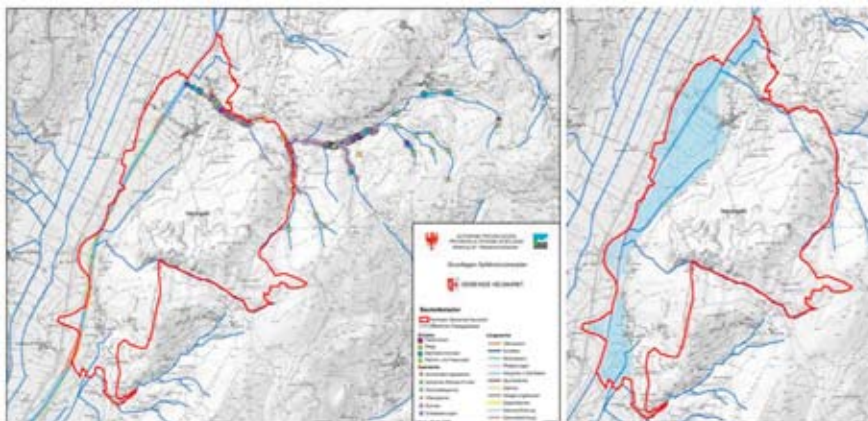


Abb. 4-17: Auszug aus dem Bautenkataster für die Gemeinde Neumarkt (oben), Karte der Überschwemmungsflächen der Gemeinde Neumarkt (rechts)

4.2.2 Seminar 30 / Intern 30

Hanspeter Staffler

Ein Projekt dieses Ausmaßes musste auch in regelmäßigen Abständen den MitarbeiterInnen der Landesabteilung Wasserschutzbauten nahe gebracht werden. Es war eine besondere Herausforderung, die strategische Bedeutung und die komplexen Inhalte des Projektes zu kommunizieren. Das Projektmanagement hat sich für eine kontinuierliche und „häppchenweise“ Informations- und Kommunikationsarbeit entschlossen.

Als erstes wurde Seminar 30 – eine Veranstaltungsreihe der Landesabteilungen Wasserschutzbauten und Zivilschutz – als Trägermedium für die Information über die Projekthinhalte verwendet. Insgesamt wurden über Seminar 30 drei Vorträge organisiert. Da Seminar 30 eine offene Veranstaltung ist und die Inhalte in vielen Fällen nur für die MitarbeiterInnen der Landesabteilung Wasserschutzbauten bestimmt waren, wurde die Veranstaltungsreihe Intern 30 aus der Taufe gehoben. Über Intern 30 wurden vier Vorträge angeboten. Intern 30 ist mittlerweile das Forum für abteilungsinterne Besprechungen und Informationen.

Zudem wurde in regelmäßigen Abständen der Projektfortschritt in knapper Weise auf einer A4-Seite beschrieben, welche in Form einem Mitteilungsschreiben an alle MitarbeiterInnen der Abteilung Wasserschutzbauten per E-mail verschickt wurde.

Trotz dieser Bemühungen muss im Nachhinein festgestellt werden, dass es nicht ganz gelungen ist, Inhalt und Sinn der Plattform IHR allen MitarbeiterInnen klar zu vermitteln. Es bleibt die Fragen offen, ob die Kommunikationslinie beim Sender oder beim Empfänger leicht gestört war.

4.2.3 Hazard Browser

Diego Mantovani, Pierpaolo Macconi, Claudia Strada

Für die im Landesgebiet tätigen Ämter genügt es nicht, Informationen zu sammeln und zu archivieren, vielmehr müssen diese für ein möglichst breites Publikum leicht zugänglich, verständlich und nutzbar gemacht werden. In den letzten Jahren hat sich die Landesverwaltung mit einem System zur Veröffentlichung raumbezogener Daten ausgestattet, das vom Amt für raumbezogene Informatik entwickelt wurde. Dieses System basiert auf einer WebGIS-Plattform, die das Potenzial eines Geografischen Informationssystems (GIS) mit den nahezu unendlichen Verbreitungsmöglichkeiten des Internets vereint.

Auch hinsichtlich der Handhabung des hydrogeologischen Risikos spielt die Verfügbarkeit von Informationen eine grundlegende Rolle: Eine breitgefächerte und zuverlässige Datenbasis bildet nämlich die Voraussetzung für Entscheidungsprozesse im Rahmen des Risikomanagements und der Raumplanung.

Durch die Zusammenarbeit zwischen der Abteilung Wasserschutzbauten, dem Geologischen Dienst und dem Hydrographischen Amt ist der Hazard Browser entstanden. Dabei handelt es sich um ein digitales Werkzeug, welches es ermöglicht, mittels einer einzigen per Internet zugänglichen Schnittstelle Informationsebenen zu visualisieren und zu befragen, die von verschiedenen Subjekten verwaltet werden. Damit werden die Probleme überwunden, die mit dem physischen Speicherort der Daten, mit der Kompatibilität ihrer Formate und mit den verschiedenen Kompetenzen zusammenhängen.

Weiters wird der Öffentlichkeit und den verschiedenen im Land tätigen Körperschaften und Freiberuflern ein vollständiges und aktuelles Bild der Daten der Naturgefahren geboten:

- Kataster der Massenbewegungen IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia): es betrifft verschiedene Hangphänomene, wie Rotations- und Translationsrutschungen, Steinschlag, Hangfließen, tiefgreifende Massenbewegungen
- Ereignisdokumentation an Fließgewässern, wie Überschwemmung und Murgänge
- Lawinenkataster

Außerdem werden Informationen über die potenziellen Gefahren in Form der Gefahrenhinweiskarten angeführt. Diese Informationen sind für das Setzen der Prioritäten in Bezug auf die Planung der zu treffenden Maßnahmen von Bedeutung. Ebenfalls von Nutzen sind sie für die Raumplanung hinsichtlich der Bestimmung der unterschiedlichen Vertiefungsebenen bei der Erstellung der Gefahrenzonenpläne. Die Gefahrenhinweiskarten sind das Ergebnis von Simulationen folgender Naturphänomene auf regionaler Ebene

- Murgang
- Übersarung
- Überschwemmung
- Sturzprozesse

Die Gefahrenhinweiskarten bezüglich Überschwemmungsprozesse an Talflüssen und Lawinen, welche künftig im Browser selbst ergänzt werden sollen, sind derzeit in Ausarbeitung begriffen.

Dank einer einfachen Schnittstelle ist der Nutzer – ohne die Notwendigkeit einer eigenen GIS-Software – in der Lage, den Standort, die Ausdehnung und andere Daten bezüglich der natürlichen Phänomene zu visualisieren. Eine Reihe von „Tools“, die allen Browsern gemeinsam sind, gestattet es,

- den Bildausschnitt zu verändern,
- den Maßstab der Darstellung zu ändern,
- Entfernungen zu messen,
- die mit den Geometrien zusammenhängenden Attribute abzurufen,
- die Metadaten zu visualisieren.

Durch Zu- oder Wegschalten der vorgeschlagenen Themen ist es möglich, spezifische Informationen mit anderen geografischen Daten wie dem Orthofoto, der Geologie und der Bodennutzung zu überlagern und so mögliche Wechselbeziehungen und Wechselwirkungen zu verdeutlichen.

Der Browser stellt dadurch ein Werkzeug für die Lesbarkeit und das Verständnis der mit den Naturphänomenen zusammenhängenden Informationen dar und bietet deshalb die Grundlage für eine erste qualitative Bewertung der Gefahren.

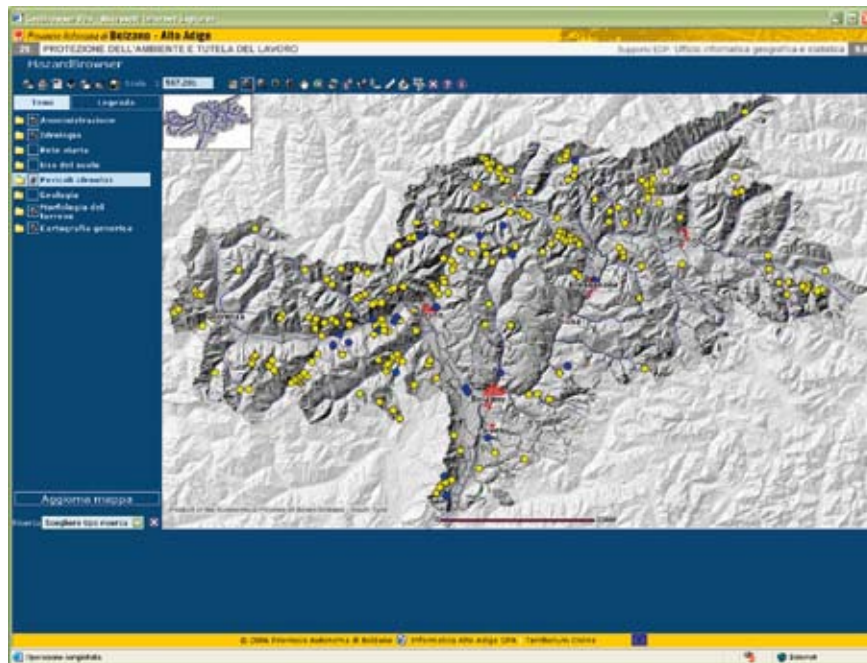


Abb. 4-18: Hazard-Browser, Gesamtübersicht

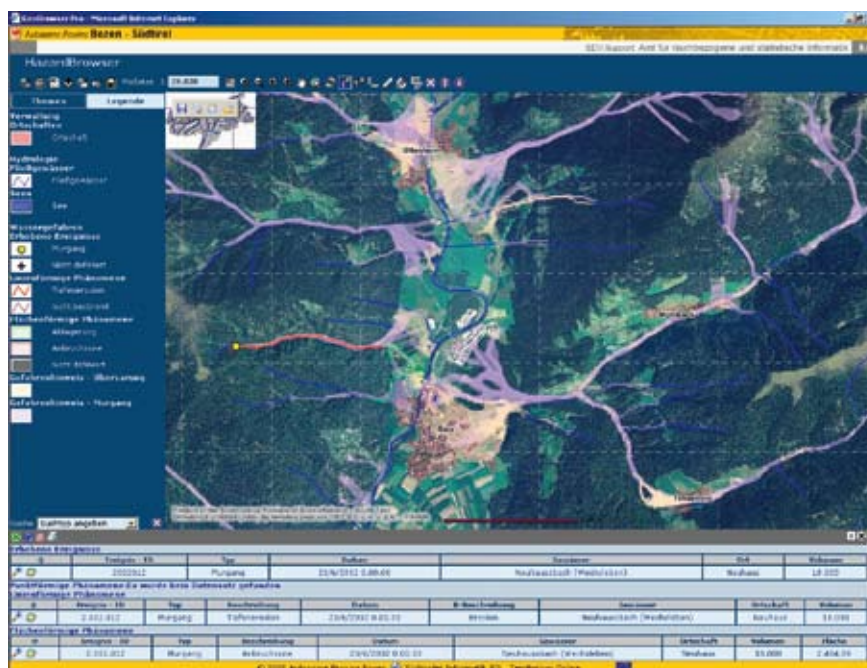


Abb. 4-19: Hazard Browser, Detailausschnitt

_5 Plattform IHR

_5.1 Einführung

Hanspeter Staffler

Als in Italien im Jahre 1998 die gesetzliche Grundlage (D.L. 180/1998, L. 267/1998) für die Risikozonierung von Gebieten geschaffen wurde, war dies der Anstoß zu einer neuen Risikokultur: Erstmals wurde eine übersichtliche Erhebung und Darstellung der von Wassergefahren, Massenbewegungen und Lawinen betroffenen Risikozonen gefordert.

In Südtirol kamen die zuständigen Landesbehörden (s. Tabelle 5-1) überein, die staatlichen Vorgaben zu vertiefen und Richtlinien zur Erstellung von Gefahrenzonenplänen nach schweizerischem Muster zu erstellen. Nachdem die Arbeit zu den Richtlinien abgeschlossen war, wollte man die Risikodiskussion nicht gleich beenden, weil noch viele technische und praktische Fragen offen waren. Dafür bot es sich an, im Rahmen der Interreg IIIA-Projekte eine Plattform zu organisieren, wo der Risikodialog der kompetenten Landesbehörden weitergeführt werden konnte. Somit entstand die Plattform IHR (Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken). In vielen Treffen der Plattform IHR wurden eine Reihe von Themen diskutiert: Es galt die bestehenden digitalen Datengrundlagen der Landesverwaltung zu bewerten, es musste ein technisches Verfahren zur Erstellung von Gefahrenzonenplänen definiert werden, es wurden moderne, Modell- und GIS-gestützte Methoden zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten für Wassergefahren und Steinschlag evaluiert und umgesetzt, es musste ein Konsens zur kartografischen Darstellung des Schadenpotenzials gefunden werden, es wurde ein gemeinsamer Hazard-Browser entwickelt und installiert und schließlich war es auch möglich, die ersten Gemeinden, die einen Gefahrenzonenplan ausarbeiten wollten, umfassend und kompakt zu betreuen.

Daher: Kompetente Zusammenarbeit entsteht durch permanenten Dialog und transparente Diskussionsführung. Finden dadurch mehrere Landesämter gemeinsame Lösungen, wird ein erheblicher Mehrwert geschaffen.

Partner	Kompetenzen in Südtirol	Synergien			
Abt. Wasserschutzbauten (Abt.30)	Wassergefahren	Technisches Verfahren Gefahrenzonenplanung	Gefahrenhinweiskarten	Schadenpotenzial	Hazard-Browser
Hydrographisches Amt (Abt. 26)	Lawinen / Messdaten				
Amt für Geologie (Abt. 11)	Massenbewegungen und Sturz				
Abt. Forstwirtschaft (Abt. 32)	Hydrogeologische Stabilität				
Abt. Raumordnung (Abt. 27)	Datengrundlagen / Koordination				
Amt für raumbezogene und statistische Informatik (Abt. 9)	Datenbanken, Datenbanksysteme				

Tab. 5-1: Plattform IHR - Partner in Südtirol

5.2 Stellungnahmen

Die Mitglieder der Plattform IHR (Abteilung Forst, Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Hydrographisches Amt, Abteilung Raumordnung) wurden gebeten, eine Stellungnahme zu den Projekten der Plattform IHR abzugeben. Dabei wurden als Leitlinie vier Fragen gestellt:

1. Waren die Ziele (siehe Einleitung) von IHR klar formuliert und waren die Ziele überhaupt notwendig?
2. Wurden die Ziele erreicht?
3. Ist die Plattform IHR auch ein zukünftiges Modell für Zusammenarbeit und Koordination bei Naturgefahren?
4. Weitere Anmerkungen?

5.2.1 Stellungnahme des Amtes für Forstplanung

Günther Unterthiner

Durch den gesetzlichen Auftrag, für alle Regionen Italiens Gefahrenzonenpläne auszuarbeiten, war die Fachabteilung der Landesverwaltung angehalten, die entsprechenden Voraussetzungen für das Erstellen der Gefahrenzonenpläne zu schaffen. Über die Plattform IHR konnte eine landesinterne Plattform eingerichtet werden, deren erste große Errungenschaft jene war, Vertreter aller Fachbereiche an einem Tisch zu bringen und ein Informationssystem für Südtirol zur Abhandlung von hydrogeologischen Gefahren aufzubauen.

Die Schlussfolgerungen aus den gemeinsamen Arbeitsgruppensitzungen konnten auch in kurzer Zeit in sehr nützliche und konkrete Ergebnisse umgesetzt werden, wie z.B. die verschiedenen Hinweiskarten zu Sturzprozessen, Murgang und Übersarung oder der Leitfaden bei der Vergabe und Betreuung von Gefahrenzonenplänen. Auch die sehr ausgiebige Diskussion über die Definition von „Schadenpotenzial“ gemeinsam mit den Vertretern der Raumordnung stellte eine sehr große Herausforderung, aber auch berufliche Bereicherung dar, die vorwiegend über die Plattform IHR ihren Ausgang genommen hat.

Die Ziele des Projektes wurden aus unserer Sicht vollkommen erreicht. Aus forstlicher Sicht konnte aufbauend auf die Ergebnisse der Projekte im Rahmen der Plattform IHR ein Leitfaden bei der Vergabe und Betreuung von Gefahrenzonenplänen für die Vertreter des Forstdienstes ausgearbeitet werden; zudem wird an der Erstellung einer Schutzwald-Hinweiskarte gearbeitet, wobei ein Verfahren zur GIS-basierten Ausweisung von Schutzwald-Hinweisflächen für das gesamte Gebiet der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol entwickelt wird.

Da es sich bei Naturgefahren immer um ein Zusammenspiel von verschiedensten Prozessen handelt, ist die Fachbereich-übergreifende Zusammenarbeit unverzichtbar. Die Weiterführung der Arbeiten in Form einer Naturgefahren-Plattform sollte deshalb ins Auge gefasst werden, wofür die Mitarbeit des Bereiches Forstwirtschaft auf jeden Fall zugesichert werden kann.

5.2.2 Stellungnahme des Hydrographischen Amtes

Elisabeth Berger

In der Laufzeit der Plattform IHR lag die Priorität des Hydrographischen Amtes bei der Integration der im Amt bereits seit Jahren bestehenden Grundlagendaten (Lawinenkataster und Gefahrenhinweiskarte für Lawinen - CLPV) in das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken. Auf Grund zahlreicher zeitaufwändiger Aktivitäten und Projekte innerhalb des Amtes war es nicht immer möglich, alle Details und Arbeitsvorgänge innerhalb der Plattform aktiv zu

verfolgen. Auf der anderen Seite stellte es sich auch als nicht leicht heraus, alle Naturgefahrenarten, welche in Südtirol auftreten, auf Grund ihrer unterschiedlichen Charakteristiken auf einen Nenner zu bringen. Dies führte zur Erkenntnis, dass eine bestimmte Eigenständigkeit der kompetenten Ämter bei der Handhabung mit Naturgefahren bewahrt werden sollte.

Die in der Plattform IHR gesteckten Ziele wurden zum Großteil erreicht. Besonders positiv ist aus Sicht des Hydrographischen Amtes die Entwicklung des Hazard Browsers zu bewerten. Auch in der Zukunft wird die Datenfülle der sich mit Naturgefahren beschäftigenden Ämter weiter anwachsen. Besonders im Zuge der detaillierten Gefahrenbeurteilung im Rahmen der Erstellung der Gefahrenzonenpläne für die Gemeinden werden die kompetenten Ämter mit großen Datenmengen, welche standardmäßig zu exportieren aber auch zu importieren sind, konfrontiert werden. Die Landesämter sind somit gefordert, bei der Erstellung der Gefahrenzonenpläne einen effizienten Datenaustausch zu gewährleisten. Die vorhandenen Daten müssen neben dem Austausch nach außen zu den zuständigen Freiberuflern dabei auch anderen Ämtern und der Öffentlichkeit gegenüber, wenn auch in unterschiedlichem Detaillierungsgrad, zugänglich sein. Gemeinsame ämterübergreifende Standards des Datenmanagements sind dafür eine Voraussetzung.

Zur effizienten Abwicklung der Gefahrenzonenplanung sind vereinheitlichte Strategien und Verfahrensabläufe jedoch mindestens ebenso wichtig. Diese Erfordernisse sind nicht nur auf die Gefahrenzonenplanung im Speziellen zu beschränken; sie sind auf den gesamten Umgang mit Naturgefahren umlegbar. Die ersten Schritte zur Verwirklichung wurden bereits im Rahmen der Plattform IHR vorgenommen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass noch sehr viel Diskussions- und Handlungsbedarf besteht. Eine koordinierende Plattform zur Weiterentwicklung des bereits Erreichten wäre hier mehr als wünschenswert. Bezüglich Standardisierung der Datenbanken und Austausch der Daten sind von Seiten des Hydrographischen Amtes zur Zeit beispielsweise Bestrebungen im Gange, gemeinsam mit der Abteilung Wasserschutzbauten ein Fotoarchiv aufzubauen, welches beiden Ämtern zugänglich sein soll. Ebenso wird der Baukataster BAUKAT30 um die Lawinenschutzbauten erweitert, welche zumindest zum Teil im Zuge der Erstellung von Gefahrenzonenpläne für Lawinen standardisiert erhoben werden sollen. Im Lawinenkataster wird weiters versucht, die vorhandenen Einträge mit historischen Daten zu ergänzen. Auch dies soll automatisiert im Zuge der Erstellung von Gefahrenzonenplänen erfolgen. Hier wird zum Teil auf die Erfahrungen, welche im Rahmen der Plattform IHR gemacht wurden, zurückgegriffen.

5.2.2 Stellungnahme des Amtes für Geologie

Volkmar Mair

Im Rahmen der Erstellung der Gefahrenzonenpläne wurde die Absprache zwischen allen für den Umgang mit Naturgefahren verantwortlichen Ämtern der Landesverwaltung immer wichtiger. Die Plattform IHR bot die Gelegenheit, diesen Koordinationsbedarf und den Bedarf an noch auszuarbeitenden Grundlagen für die Betreuung der Gemeinden und der Techniker zu erfüllen. Für das Amt für Geologie bilden die Gefahrenhinweiskarte für Sturzprozesse und die Karte der Schadenpotenzial-Kategorien wichtige Grundlagen für die Initiierung von Gefahrenzonenplänen. Die Absprache und die Anpassung der Vorgehensweise bei der Betreuung der Gemeinden in der Anfangsphase der Erstellung der Gefahrenzonenpläne zwischen allen beteiligten Ämtern ermöglichten eine Systematisierung und damit eine Vereinfachung des Verfahrens. Die Plattform IHR bot auch die Möglichkeit, offene Fragen in der operativen Umsetzung des Verfahrens zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne, wie beispielsweise der Datenaustausch

zwischen allen Beteiligten, zu diskutieren. Die Weiterführung der im Rahmen der Plattform durchgeführten und initiierten Tätigkeiten ist wünschenswert.

5.3 Diskussion und Ausblick

Aus den Stellungnahmen und den gewonnenen Erfahrungen im Zuge der Projektabwicklung können folgende wesentlichen Punkte abgeleitet werden:

Beginn und Weiterführung des Risikodialoges

Ein wesentliches Ziel, nämlich die kontinuierliche und koordinierte Zusammenarbeit einiger betroffener Landesämter, konnte annähernd erreicht werden. In vielen Treffen konnten gemeinsame Standpunkte und Bedürfnisse herausgearbeitet werden, wobei natürlich noch eine Menge an Diskussionsstoff für die Zukunft aufgeworfen wurde. Wichtig ist aber, dass der Risikodialog zwischen den Landesämtern begonnen hat. Es bleibt noch die Aufgabe offen, den Risikodialog auf andere Behörden und gesellschaftliche Bereiche auszudehnen.

Landesweites ämterübergreifendes Informationssystem

Der Wert eines landesweiten ämterübergreifenden Informationssystems ist mittlerweile unbestritten. Mit dem Hazard Browser wurde eine gemeinsame Informationsebene geschaffen, die in den nächsten Jahren auszubauen ist. Wichtig ist hierbei, dass Daten landesweit verfügbar sind, dass sie einem einheitlichen Standard und nach Möglichkeit dem neuesten Stand des Wissens entsprechen. So gesehen, muss der Hazard Browser ein dynamisches Instrument sein, welches in Zukunft periodisch mit aktualisierten Informationen gespeist wird.

Von der Plattform IHR zur Plattform Naturgefahren

Aus den Interreg-Projekten ist die Plattform IHR als Koordinierungs- und Diskussionszentrum hervorgegangen. Es ist dabei mit viel Aufwand gelungen, die kompetenten Landesbehörden zu einer gemeinsamen und vor allem abgestimmten Vorgangsweise zu animieren. Wie bereits oben angedeutet, hatten sich daraus ein fruchtbarer Risikodialog und der Hazard Browser entwickelt.

Beide Ergebnisse sind einerseits als sehr erfreulich zu bewerten, andererseits aber sind sie nur der Beginn eines kontinuierlichen Prozesses der Verbesserung der Zusammenarbeit. Daher soll anstelle der Plattform IHR eine Plattform Naturgefahren Südtirol entstehen, an der neben allen kompetenten Landesbehörden auch interessierte, externe Experten mitarbeiten können.

6 Literatur

Altwegg, D. (1989): Die Folgekosten von Waldschäden. Bewertungsansätze für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Beeinträchtigung der Schutzwaldfunktion von Gebirgswäldern. Forstwissenschaftliche Beiträge des Fachbereichs Forstökonomie und Forstpolitik der ETH Zürich 8.

Anonymus (1891): Chronik der Hochwasser- und Wildbachverheerungen, der Bergschlipfe, Muhrbrüche und Felsstürze in Tirol und Vorarlberg bis inklusive 1891. Wien.

Aulitzky, H. (1982): Preliminary two-fold classification of torrents. *Interpraevent* 1982, Bad Ischl, 4, 285-309

Aulitzky, H. (1992): Die Sprache der "Stummen Zeugen". In: *Interpraevent*, (Ed.) Internationales Symposium *Interpraevent*, 29. Juni - 03. Juli 1992, 139-174. Bern.

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2001): Realnutzungskarte „REA“ Ausgabe 2001, Masstab 1:10'000. Beschreibung 1. und 2. Los. Bozen.

Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2006): Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) und zur Klassifizierung des Spezifischen Risikos (KSR). Bozen.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1981): Monetäre Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen - Systematik der volkswirtschaftlichen Nutzenermittlung. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.

Berg, M., Erdmann, G., Hofmann, M., Jaggy, M., Scheringer, M., Seiler, H. (1994): Was ist ein Schaden? (Polyprojekt Risiko und Sicherheit - Dokumente Nr. 2). Zürich.

Beven, K.J., Lamb, R., Quinn, P., Romanowicz, R., Freer, J. (1995): TOPMODEL. In: Singh, V.P. (ed.) *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resources Publications, Co.

Borfer, P. (1999): Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren I. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. BUWAL Umwelt-Materialien. Bern

Braudrick, C.A., Grant, G.E., Ishikawa, Y., Ikeda, H. (1997): Dynamics of wood transport in streams: a flume experiment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, 669–683.

Bunza, G. (1992): Die Erfassung des aktuellen Abtragungsgeschehens mit Hilfe geomorphologischer Kartierungen zur Beurteilung von potentiellen Gefahrenräumen. In: Internationales Symposium *Interpraevent*, 29. Juni - 03. Juli 1992, 213-236.

Corominas, J., Copons, R., Vilaplana, J.M., Altimir, J., Amigò, J. (2003): From landslide hazard assessment to management, the Andorran experience. *International Conference on Fast Slope Movements, Prediction and Prevention for Risk Mitigation*. A cura di Picarelli L., (Associazione Geotecnica Italiana dalla Patron, ed.).

Egli, T. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung: Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung - dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen. Institut für Orts-, Regional und Landesplanung ETH Zürich. ORL-Bericht; 100/1996. Zürich

Erdmann, G. (1994): Der Schadenbegriff in der Ökonomik. In: Berg, M., Erdmann, G., Hofmann, M., Jaggy, M., Scheringer, M., Seiler, H. (eds.): *Was ist ein Schaden?* Zürich, 95-113.

Eschgäller, M. (2007): Chronik der Naturereignisse in der Gemeinde Graun. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Abteilung Wasserschutzbauten,

erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken. Bozen.

Fliri, F. (1998): Naturchronik von Tirol. Innsbruck.

Focardi, P., Iotti A. (2001): Confronto di metodi di calcolo per la determinazione del percorso di blocchi a seguito di frane di crollo. *Geologia tecnica e ambientale*. 2, pp.3-8.

Fontan, D., Stringa, I., and Dematteis, A. (2004): Valutazione della pericolosità geologica in conoide. *Interpraevent 2004*, Riva del Garda, 4(IX), 55-66.

Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A. (2001): Risikoanalyse Oberes Suldental (Vinschgau). *Konzepte und Methoden für die Erstellung eines Gefahrenhinweis-Informationssystems*. Innsbrucker Geographische Studien 31. Innsbruck.

Fuchs, S., Keiler, M., Zischg, A., Bründl, M. (2005): The long-term development of avalanche risk in settlements considering the temporal variability of damage potential. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 56, 893-901.

Gamma, P. (2000): dfwalk - Ein Murgang-Simulationsprogramm zur Gefahrenzonierung. *Geographica Bernensia* G66. Bern.

Geo&Soft (2004): Rotomap, Manuale d'uso. www.geo&soft.it

Hübl, J., Kienholz, H., Loipersberger, A. (2002): DOMODIS - Documentation of Mountain Disasters. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Schriftenreihe 1; Handbuch 1. Klagenfurt.

Jaboyedoff, M., Labiouse, V. (2003): Preliminary assessment of rockfall hazard based on GIS data. ISRM 2003, Technology roadmap for rock mechanics. South Africa Institute of Mining and Metallurgy.

Keiler, M. (2004): Development of the Damage Potential Resulting from Avalanche Risk in the Period 1950-2000, Case Study Galtür. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 249-256.

Keiler, M., Fuchs, S., Zischg, A., Sötter, J. (2004): The adaption of technical risk analysis on natural hazards on a regional scale. *Z. Geomorph. N.F.* 135, 95-110.

Keiler, M., Sailer, R., Jörg, P., Weber, C., Fuchs, S., Zischg, A., Sauermoser, S. (2006): Avalanche risk assessment - a multitemporal approach, results from Galtür, Austria. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 6; 637-651.

Keller-Lengen, C., Keller, F., Ledergerber, R. (1998): Die Gesellschaft im Umgang mit Lawinengefahren. *Arbeitsbericht NFP 31* ed. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH.

Kuhlmann, A. (1981): Einführung in die Sicherheitswissenschaft. Wiesbaden: Friedr. Wilhelm & Sohn Verlagsgesellschaft.

Kienholz, H., Keller, H. M., Amman, W., Weingartner, R., Germann, P. F., Hegg, C., Mani, P., and Rickenmann, D. (1998): Zur Sensitivität von Wildbachsystemen. Zürich.

Lachmann, S. (1998): Untersuchungen zu den Murgangereignissen des Sommers 1998 in Südtirol. Ereignisdokumentation als Methode zur Erfassung von Wildbachschadensereignissen. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Bonn. Bonn.

Liener, S. (2000): Zur Feststofflieferung in Wildbächen, *Geographica Bernensia*. Universität Bern.

- Meissl, G. (1998): Modellierung der Reichweite von Felsstürzen - Fallbeispiele zur GIS-gestützten Gefahrenbeurteilung aus dem Bayerischen und Tiroler Alpenraum. Innsbrucker Geographische Studien 28, Innsbruck.
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E. (1994): A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. *Water Resources Research*, 30, 1153-1171.
- Onofri, R., Candian, C. (1979): Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976. Reg. Aut. Friuli-Venezia-Giulia, CLUET, 42 pp.
- Pack, R.T., Tarboton, D.G., Goodwin, C.N. (1998): The SINMAP approach to terrain stability mapping. Proceedings of the 8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, British Columbia, Canada 21-25 September 1998. Vancouver.
- Perla, R., Cheng, T.T., McClung, D.M., (1980): A two parameter model of snow avalanche motion; *Journal of Glaciology*, 26(94), 197-208.
- Petak, W., Atkisson, A. (1982): *Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy. Anticipating the Unexpected.* New York: Springer Series on Environmental Management.
- Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention PLANALP (2006): Dokumentation von Naturereignissen – Feldanleitung. (Alpensignale 4); Innsbruck/Bern.
- Platzer, M. (2005): Räumliche Verortung der "Naturchronik von Tirol (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken. Bozen.
- Platzer, M. (2006): Digitalisierung der Schadenpotenzialkategorien. Technischer Bericht. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Interreg IIIA – Projekt „Entwicklung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.
- Scherer, C. (2005): Räumliche Verortung der "Naturchronik von Tirol (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken), Bozen.
- Scherer, C., Marangoni, N. (2004): Grundlagenerhebung zum Zweck der integralen Analyse des Ereignisses vom 09.08.1921 am Tinnebach. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen des Interreg III B Projektes DIS-ALP, Bozen.
- Toppe, R. (1987): Terrain model: a tool for natural hazard mapping. In: *Avalanche formation, movement and effects.* Edited by Salm, B.; Gubler, H. Int. Ass. Of Hydrological Sciences. Wallingford, UK Publ.162, 629-638.
- Tötsch, E. (2005): Räumliche Verortung der Ereignischronik "Chronik der Hochwasser- und Wildbachverheerungen, der Bergschlipfe, Muhrbrüche und Felsstürze in Tirol und Vorarlberg incl. 1891 und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, erstellt im Rahmen der Plattform IHR - Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken, Bozen.
- Tötsch, E., Pichler, S. (2005): Rekonstruktion historischer Überschwemmungsereignisse im Brixner Talbecken. Erfassung bestehender Unterlagen und Eingabe in ED30. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Bozen.

- Varnes, D. J. (1984): Hazard zonation: a review of principles and practice, Commission of Landslides of IAEG, UNESCO. Natural Hazards 3; 61.
- Wichmann, V. (2000): Versuch einer GIS-gestützten Modellierung der Fließwege von Hangmuren. Universität München.
- Wilhelm, C. (1997): Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Davos: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung. Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung. Davos.
- Worch, B. (1996): Die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse im Umweltbereich. Darmstadt.
- Zimmermann, M., Mani, P., and Gamma, P. (1997). Murganggefahr und Klimaänderung - ein GIS-basierter Ansatz, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich.
- Zimmermann, M., Mani, P., Kienholz, H., Romang, H. (1996): Debris flows. In: EC Environment Research Program, Contract Ev5V-CT94-0453: Contribution to the reduction of debris flow damage, with the analysis of triggering factors, initiation, propagation and deposition phenomena, in the Alpine region.
- Zischg, A. (2005): Rekonstruktion historischer Überschwemmungsereignisse im Sterzinger Talbecken. Erfassung bestehender Unterlagen und Eingabe in ED30. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIB Alpenraum Projekts "Dis-Alp Disaster Information System for the Alpine Space", Bozen.
- Zischg, A. (2006): Karte der Schadenpotenzial-Kategorien. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Interreg IIIA – Projekt „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur Erfassung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.
- Zischg, A. (2006a): Leitfaden für die Erhebung und Dokumentation historischer Murgang- und Überschwemmungsereignisse in der Autonomen Provinz Bozen Südtirol. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Interreg IIIB Dis-Alp. Bozen.
- Zischg, A. (2006b): Datenmodelle und Datenstandards zu Daten über Naturgefahren in der Abteilung Wasserschutzbauten, Autonome Provinz Bozen – Südtirol. Unveröffentlichter Projektbericht für die Autonome Provinz Bozen – Südtirol - Abteilung Wasserschutzbauten, Interreg IIIA „Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Bozen.
- Zischg, A.; Keiler, M.; Fuchs, S. & G. Meißl (2002): Konzept zur flächendeckenden Risikoanalyse für Naturgefahren im regionalen Maßstab. In: Strobl, J.; Blaschke, T. & G. Griesebner (eds.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIV. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2002. Heidelberg. p. 607-615.
- Zischg, A., Largiader, A. (2007): GIS-Applikation zur Berechnung der Schwemmholz liefernden Flächen in Wildbacheinzugsgebieten. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes Italien-Schweiz „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.
- Zischg, A., Macconi, P., Pollinger, R., Sperling, M., Mazzorana, B., Marangoni, N., Berger, E., Staffler, H. (2007): Historische Überschwemmungs- und Murgangereignisse in Südtirol. Erhebung und Dokumentation. Der Schlern 3(81), 3-16.

Anhang

Anhang 1: Durchgeführte Workshops der Arbeitsgruppen

Anmerkungen: Die Auflistung enthält nicht die Sitzungen auf Strategieebene und die informellen Treffen.

- 24.11.2004: Workshop zur Zwischenpräsentation der Projektergebnisse mit den Amtsdirektoren der Abteilung Wasserschutzbauten und einem Vertreter des Projektpartners in Nordtirol. Der Workshop diente u. a. dazu, Projektinhalt und bereits erzielte Ergebnisse innerhalb der Abteilung 30 Wasserschutzbauten zu erörtern sowie zukünftige Entwicklungen zu diskutieren.
- 17.03.2005: Workshop zur Vorstellung der neu genehmigten Interreg IIIA-Projekte.
- 05.04.2005: Workshop zur Information der Landesämter über die neu genehmigten Interreg IIIA-Projekte. Erläuterung der Ziele und der Projektorganisation. Ernennung der Arbeitsgruppen zu den Projektmodulen.
- 19.04.2005: Workshop der Strategieebene in Zerneß mit Vertretern der Projektpartner Graubünden und Nordtirol.
- 12.05.2005: Workshop zur Anwendung von Laserscanning-Verfahren im Naturgefahrenmanagement am Institut für Geografie der Universität Innsbruck, erweiterte Arbeitsgruppe.
- 19.05.2005: Information über die Methode BUWAL bei geo7 in Bern.
- 23.05.2005: Information über die Methode Silvaprotect-CH bei M. Giamboni BUWAL in Bern.
- 26.05.2005: Koordinationstreffen mit dem Hydrographischen Amt. Stand der Gefahrenhinweiskarten für Lawinen.
- 27.05.2005: Koordinationstreffen mit dem Amt für Raumbezogene Informatik.
- 13.06.2005: Workshop zur Evaluation der EGAR-Produkte im Etschtal und im Einzugsgebiet der Drau.
- 14.06.2005: Abteilungsinterne Besprechung über Ereignisdokumentation.
- 16.06.2005: Workshop zu den Anforderungen an die Wahl der Methode zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten mit der internen Arbeitsgruppe.
- 18.06.2005: Workshop zur Evaluation der Methoden für die Erstellung von Gefahrenhinweiskarten auf Basis der definierten Anforderungen mit der internen Arbeitsgruppe.
- 20.06.2005: Vorstellung des Gesamtkonzeptes zur Plattform IHR und erweiterte Diskussion über alte und neue Ansätze in der Regionalplanung im Zuge des Workshops „Regionalplanung“ in der Sektion Tirol der Österreichischen Wildbach- und Lawinerverbauung.
- 22.06.2005: Workshop über Möglichkeiten zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten für Wassergefahren.
- 27.06.2005: Workshop zur Definition der Anforderungen an die Methode zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten und Auswahl der Methoden für die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte für Überschwemmungen mit der internen Arbeitsgruppe.
- 04.07.2005: Koordinationstreffen mit Amt für Geologie zur Evaluation der EGAR-Produkte.
- 09.08.2005: Workshop zur Optimierung des Datenaustausches zwischen den Ämtern der Landesverwaltung mit der internen Arbeitsgruppe.
- 16.08.2005: Workshop zur Optimierung des Datenaustausches zwischen den Ämtern der Landesverwaltung mit der erweiterten Arbeitsgruppe.
- 24.08.2005: Koordinations-sitzung mit dem Hydrographischen Amt, Abklärung zur Methodik und zum Stand der Gefahrenhinweiskarten für Lawinen.

- 07.09.2005: Workshop zur Diskussion der Methode für die Erstellung von Gefahrenhinweiskarten nach BUWAL in der GIS-Gruppe der Abteilung Wasserschutzbauten.
- 20.09.2005: Sitzung der Strategieebene.
- 03.10.2005: Workshop zur Erhebung des Schadenpotenzials mit der internen Arbeitsgruppe.
- 10.10.2005: Sitzung der Strategieebene.
- 11.10.2005: Workshop zur Formulierung der Benutzeranforderungen an die IT-Infrastruktur der Landesverwaltung.
- 19.10.2005: Koordinierungssitzung mit Amt für Geologie und Baustoffprüfung und dem Hydrographischen Amt zur Formulierung der Benutzeranforderungen.
- 25.10.2005: Workshop „Einbindung des Konzepts der Gefahrenhinweiskarten in die Rahmenbedingungen der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ unter Beteiligung zahlreicher Techniker der Abteilung 30, verschiedener externer Projektmitarbeiter, einem Vertreter des österreichischen Projektpartners Nordtirol, des Projektpartners aus der Schweiz Graubünden, den Ämtern 9.6, 11.6, 26.4, 39.1 und der Abteilung 32.
- 14.11.2005: Koordinierungssitzung mit dem Amt für Forstplanung.
- 15.11.2005: Workshop „Treffen mit den Landesämtern für Informatik“ zur Diskussion der Methoden für den Datenaustausch.
- 13.03.2006: Workshop zur Evaluation der Gefahrenhinweiskarten mit der internen Arbeitsgruppe.
- 22.08.2006: Workshop zu den Ergänzungen der Legende der Geomorphologischen Karte für Gefahrenzonenpläne im Hinblick auf Wildbachphänomene mit der internen Arbeitsgruppe.
- 28.09.2006: Workshop zum Thema: Plattform IHR – Auswirkungen des Klimawandels auf das Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken mit der internen Arbeitsgruppe der Module I – III.
- 03.10.2006: Workshop und Präsentation der Schadenpotenzial-Hinweiskarte vor Technikern der Abteilung 30, des Amtes 9.6, 11.6, 26.4 und der Abteilung 32.
- 17.10.2006: Workshop zur Entwicklung des Hazard Browsers mit der internen Arbeitsgruppe.
- 22.02.2007: Workshop und Präsentation der Tätigkeiten aus Modul 2 und 3, Diskussion zum weiteren Vorgehen (Gefahrenhinweiskarte Talflüsse, Karten und Tabellen der Bearbeitungsstufen, Literaturdatenbank, Hazard Browser u.a.).
- 13.03.2007: Workshop zur Erstellung der Karte der Schadenpotenzial-Kategorien, Diskussion über die Verwendung der Karte für die an der Gefahrenzonenplanung beteiligten Landesämter.
- 12.04.2007: Workshop und Präsentation der Methodik zur Schwachstellenanalyse, Planung des Arbeitspaketes Gefahrenhinweiskarte Talflüsse.
- 24.05.2007: Workshop zur Weiterentwicklung des Datenbanksystems ARZ30 zum Einzugsgebietinformationssystem BASIN30.
- 09.07.2007: Workshop zur Priorisierung des Handlungsbedarfs bei der Sicherung des Lebensraumes vor Wassergefahren.
- 20.07.2007: Fortbildung Gefahrenzonenplanung in der Praxis mit Referenten aus der Schweiz.
- 10.08.2007: Workshop zur Öffentlichkeitsarbeit IHR, Besprechung der Arbeiten.

Anhang 2: Auflistung der Projektberichte

Modul I – Datenbanken

Platzer, M. (2005): Räumliche Verortung der „Naturchronik von Tirol (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Scherer, C. (2005): Räumliche Verortung der „Naturchronik von Tirol“ (Fliri 1998) und Eingabe in ED30. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A. (2005): Systematische Erfassung und räumliche Verortung von historischen Murgang- und Überschwemmungsereignissen in ED30. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Macconi, P. (2005): Literaturdatenbank zu historischen Naturgefahrenereignissen in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol, Italien. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Macconi, P. (2005): Dokumentation der Datenbank zur Ereignisdokumentation von Murgängen und Überschwemmungen ED30. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Mantovani, D., Berger, E., Strada, C. (2005): Datenbanken zu Naturgefahren-Themen in der Autonomen Provinz Bozen Südtirol. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Macconi, P., Mantovani, D., Staffler, H., Andriolo, A., Mair, V., Strada, C., Dinale, R., Rizzolli, S. (2005): Standardisierter Austausch von Daten zu Naturgefahren. Entwurf einer Strategie für den standardisierten Austausch von Daten zu Naturgefahren in der Autonomen Provinz Bozen Südtirol. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Macconi, P., Mantovani, D. (2006): Datenmodelle und Datenstandards zu Daten über Naturgefahren in der Abteilung Wasserschutzbauten, Autonome Provinz Bozen – Südtirol. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Berger, E. (2006): Synthese der im Rahmen der Plattform IHR in ED30 erfassten historischen Murgang- und Überschwemmungsereignisse. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Sperling, M., Macconi, P., Mantovani, D., Berger, E. (2006): Grundlagen für den Entwurf der Datenbank ARZ30 - Abflussregister mit Zoneneinteilung GZP. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Zischg, A., Sperling, M., Macconi, P., Mantovani, D., Berger, E. (2006): Verknüpfung der Datenbanken zu hydrogeologischen Risiken in der Abteilung 30 (ED30, Literatur30, ARZ30, BAU-

KAT30). Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Eschgfäller, M. (2007): Bericht zur systematischen Erfassung und räumlichen Verortung historischer Hochwasser- und Überschwemmungsereignisse in der Gemeinde Graun im Vinschgau und dem angrenzenden Einzugs- sowie Ablagerungsgebiet des Alpgrabenbaches. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Eschgfäller, M. (2007): Wildbach- und Lawinerverbauung, Schnee – Lawine, Wasserbau – Flussbau, Geomorphologie. Literaturrecherche, sowie Einarbeiten der erörterten Literaturzitate in die Literaturdatenbank „BIBLIO30“. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Modul II – Hinweiskarten

Zischg, A. (2005): Methoden zur räumlichen Abgrenzung der Erfassungsbereiche im Hinblick auf die Erstellung von Gefahrenhinweiskarten in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Gius, S., Macconi, P., Mantovani, D., Mazzorana, B., Volcan, C., Staffler, H., Mair, V., Strada, C., Andriolo, A., Moser, M. (2005): Methoden zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten im Hinblick auf einen flächendeckenden Einsatz in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol, Italien. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Keiler, M., Fuchs, S. (2005): Erhebung von Methoden zur Bewertung des von Naturgefahren betroffenen Schadenpotenzials als Grundlage für die Prioritätenreihung in der Maßnahmenplanung in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol, Italien. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Gritti, A. (2006): Digitalizzazione delle categorie del potenziale di danno. Relazione di sintesi. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Platzer, M. (2006): Digitalisierung der Schadenpotenzialkategorien. Technischer Bericht. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Volcan, C. (2006): Metodologia per l'individuazione delle rotte d'argine e la determinazione delle aree di pericolo. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A. (2006): Karte der Schadenpotenzial-Kategorien. Projektbericht zur „Plattform IHR – Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken“. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung

eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Sperling, M., Staffler, H. (2006): Vorgehen bei der Vergabe und Betreuung von Gefahrenzonenplänen – Wassergefahren. Internes Dokument, Entwurfsversion als Grundlage für vertiefte Diskussion. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Berger, E., Gius, S., Macconi, P., Mantovani, D., Mazzorana, B., Pollinger, R., Sperling, M., Staffler, H., Volcan, C. (2006): Evaluation der Gefahrenhinweiskarte für Murgang und Übersaarung im Testgebiet. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Mantovani, D., Sperling, M. (2006): Sammlung von Grundlagen für einen Entwurf von Richtlinien zur „Karte der Wildbach-Phänomene“. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Staffler, H., Berger, E. (2006): Verwendung der Produkte und Ergebnisse von IHR im Rahmen der Erstellung von Gefahrenzonenplänen. Internes Dokument, Entwurfsversion als Grundlage für vertiefte Diskussion. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Strada, C., Piacentini, D. (2006): Carta della suscettibilità al pericolo di crollo. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten und des Amtes für Geologie und Baustoffprüfung im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Franceschi, S., Antonello, A. (2007): Relazione consegna casi test Schwachstellenanalyse. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A. (2007): Priorisierung des Handlungsbedarfs zur Sicherung des Lebensraums vor Murgang- und Übersaarungsprozessen auf Hinweisebene. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“; Bozen.

Zischg, A., Macconi, P., Pollinger, R., Sperling, M., Mazzorana, B., Marangoni, N., Berger, E., Staffler, H. (2007): Historische Überschwemmungs- und Murgangereignisse in Südtirol. Erhebung und Dokumentation. Der Schlern 3(81), 3-16.

Zischg, A., Largiader, A. (2007): GIS-Applikation zur Berechnung der Schwemmholz liefernden Flächen in Wildbacheinzugsgebieten. Projektbericht im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes Italien-Schweiz „Entwicklung und Anwendung eines Systems zur überregionalen Erkennung und Bewertung hydrogeologischer Risiken“. Bozen.

Modul III – Informationssystem

Zischg, A., Berger, E., Macconi, P., Mantovani, D., Staffler, H., Andriolo, A., Mair, V., Strada, C., Dinale, R., Rizzolli, S. (2006): Informationssystem zu hydrogeologischen Risiken IHR - Konzept. Projektbericht im Auftrag der Abteilung Wasserschutzbauten im Rahmen des Interreg IIIA-Projektes „Entwicklung eines Informationssystems für Naturraumpotenziale“; Bozen.

Anhang 3: Informations- und Publizitätsmaßnahmen

Informationsveranstaltungen

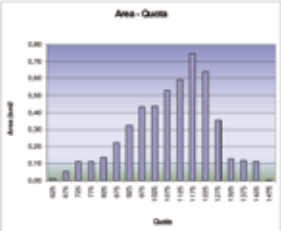
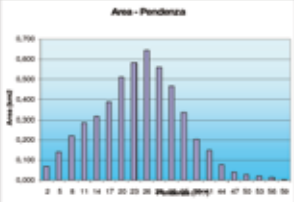
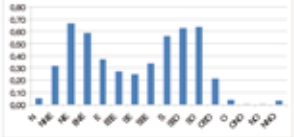

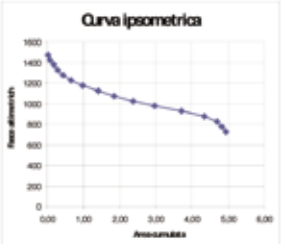
- 10.03.2005: Informationsveranstaltung über das Projekt „Regionalplanung Naturraumpotenziale“. Eingeladen waren neben den Amtsdirektoren und mehreren Technikern der Abteilung 30 verschiedene externe Projektmitarbeiter, ein Vertreter des österreichischen Projektpartners Nordtirol sowie Vertreter des Amtes 9.6, 11.6, 26.4, 39.1 und der Abteilung 32.
- 17.03.2005: Erste Vorstellung des Gesamtkonzeptes zur Plattform IHR vor Technikern der Abteilung 30.
- 05.04.2005: Präsentation des Gesamtkonzeptes IHR vor einem erweiterten Publikum (Amt 9.6, 11.6, 26.4, 39.1 und der Abteilung 32) im Rahmen der Seminarreihe Seminar 30.
- 08.08.2005: Präsentation einer möglichen Methodik zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten in Südtirol vor einem erweiterten Publikum (Amt 9.6, 11.6, 26.4 und der Abteilung 32).
- 25.10.2005: Workshop „Einbindung des Konzepts der Gefahrenhinweiskarten in die Rahmenbedingungen der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ unter Beteiligung zahlreicher Techniker der Abteilung 30, verschiedener externer Projektmitarbeiter, einem Vertreter des österreichischen Projektpartners Nordtirol, des Projektpartners aus der Schweiz Graubünden, den Ämtern 9.6, 11.6, 26.4, 39.1 und der Abteilung 32.
- 13.03.2006: Vorstellung der Richtlinien zur Gefahrenzonenplanung vor Technikern der Abteilung im Rahmen der Seminarreihe Intern 30.
- 27.03.2006: Vorstellung des Leitfadens zur Gefahrenzonenplanung vor Technikern der Abteilung im Rahmen der Seminarreihe Intern 30.
- 10.04.2006: Vorstellung der Gefahrenhinweiskarte Murgang und Übersarung vor Technikern der Abteilung im Rahmen der Seminarreihe Intern 30.
- 06.04.2006: Vortrag zum Gesamtkonzept Plattform IHR und Präsentation eines Posters im Rahmen der Jahreskonferenz der European Geosciences Union in Wien.
- 27.04.2006: Vorstellung des Konzeptes Schwachstellenanalyse für die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte Talflüsse vor Technikern der Abteilung und Projektmitarbeitern aus der Schweiz.
- 24.07.2006: Vorstellung der Gefahrenhinweiskarte Murgang- und Übersarung vor den Technikern der Zone Süd der Abteilung 30.
- 03.10.2006: Präsentation der Karte der Schadenpotenzial-Kategorien vor Technikern der Abteilung 30, des Amtes 9.6, 11.6, 26.4 und der Abteilung 32 im Rahmen der Seminarreihe Seminar 30.
- 06.10.2006: Präsentation eines Posters zur Gefahrenhinweiskarte Murgang und Übersarung im Rahmen der Fachmesse ASITA in Bozen.
- 04.12.2006: Vorstellung des Merkblattes zur Erstellung eines Gefahrenzonenplanes für Wasser-gefahren vor Technikern der Abteilung 30 im Rahmen der Seminarreihe Intern 30.
- 02.04.2007: Vorstellung des Systems zur Ereignisdokumentation ED30 im Rahmen der Seminarreihe Seminar 30.

- 09.07.2007: Vorstellung des Konzeptes der Priorisierung durch eine Risikoanalyse sowie Vorstellung eines Anwendungsbeispiels und Diskussion zum weiteren Vorgehen im Rahmen der Seminarreihe Intern 30.




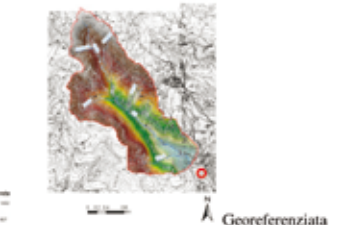
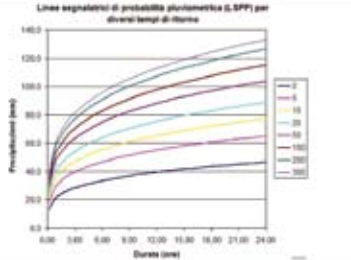
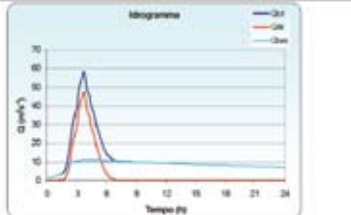
Publikationen

- Fünf Mitteilungsschreiben zur Plattform IHR, in welchen die jeweils wesentlichen Arbeitsschritte präsentiert wurden.
- Veröffentlichung des Konzeptes zur Plattform IHR (Weiterentwicklung des Projektes „Regionalplanung Naturraumpotenziale“) im Südtiroler Umweltbuch 2005.
- Vorstellung der Plattform IHR in der EUREGIO-Broschüre der Abteilung für Europa-Angelegenheiten;
- Vorstellung der Plattform IHR und wesentlicher Produkte im Projektbuch Interreg IIIA Italien/Schweiz;
- Veröffentlichung des Artikels „Erhebung und Dokumentation historischer Überschwemmungs- und Murgangereignisse in Südtirol“ (Zischg, A.; Macconi, P.; Pollinger, R.; Sperling, M.; Mazzorana, B.; Marangoni, N.; Berger, E.; Staffler, H.) in der Zeitschrift „Der Schlern“ vom März 2007, Heft 3, 81. Jahrgang.
- Veröffentlichung des Abstracts „A standardized procedure for the compilation and documentation of historical flood and debris flow events in South Tyrol within the framework of the event documentation system ED30“ (Macconi, P.; Zischg, A.; Mazzorana, B.; Sperling, M.; Marangoni, N., Pollinger, R.) im Tagungsband der Fachtagung der Internationalen Forschungsgemeinschaft INTERPRAEVENT 2008.
- Veröffentlichung des Artikels „Priorisierung des Handlungsbedarfs bei der Sicherung des Lebensraums vor Wassergefahren auf regionaler Massstabebene in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ (Pollinger, R.; Staffler, H.; Zischg, A.) im Tagungsband der Fachtagung der Internationalen Forschungsgemeinschaft INTERPRAEVENT 2008.
- Veröffentlichung des Abstracts „A standardized procedure for the compilation of hazard zone and risk maps regarding floods and debris flows in the Autonomous Province of Bolzano – South Tyrol, Italy using the Information System for Hydrogeological Risks (IHR)“ (Staffler, H.; Berger, E.; Sperling, M.; Macconi, P.; Volcan, C.; Zischg, A.) im Tagungsband der Fachtagung der Internationalen Forschungsgemeinschaft INTERPRAEVENT 2008.
- Veröffentlichung des Abstracts „Das EF30Foreward Konzept – ein Hinweisinstrument zur Ermittlung der Zuverlässigkeit und Funktionseffizienz von Wasserschutzbauten“ (B. Mazzorana) im Tagungsband der Fachtagung der Internationalen Forschungsgemeinschaft INTERPRAEVENT 2008.

Anhang 4: Ausgabe von BASIN30

MORFOMETRIA DEL BACINO		FORMATO	NOTE
	Area (km ²)	numero	
	Quota max, min, media	numero	
	Esposizione prevalente	numero	
	Coefficiente di gravellus (forma del bacino)	numero	$F = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
	Rapporto di circolarità	numero	
	Istogramma area/quota	Tabella Grafico	
	Istogramma area/pendenza	Tabella Grafico	
	Istogramma area/esposizione	Tabella Grafico	 
	Curva ipsometrica	Tabella Grafico	

	Curva ipsometrica adimensionale	Tabella Grafico	<p>Curva ipsometrica adimensionale</p>
INDICI DI DRENAGGIO			
	densità di drenaggio	numero	$D_r = \frac{\sum l_i}{A}$
	Classificazione di Horton-Strahler	tabella	
INDICI TEMATICI			
	Uso del suolo	Tabella Grafico mappa (jpg) shapes	
	Geologia	Tabella Grafico mappa (jpg) shapes	
	Tipi forestali	Tabella Grafico mappa (jpg) shapes	

	Catasto opere	Tabella mappa (jpg) shapes	
	Documentazione eventi (ED30)	Tabella mappa (jpg) shapes	
	Aree indicative di pericolo (GHK)	mappa (jpg) shapes	
	Mappa inquadramento	mappa (jpg) shapes	
PRECIPITAZIONI	Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno	Tabella Grafico	
PORTATE	Ideogramma di progetto	Tabella Grafico	



www.provinz.bz.it/wasserschutzbauten | wasserschutzbauten@provinz.bz.it