

Warnung und Intervention im Naturgefahrenmanagement



Dr. Hans Romang
romang@slf.ch



Dipl.-Ing. Lukas Stoffel
stoffel@slf.ch



Dr. Michael Bründl
bruendl@slf.ch



Dr. Jakob Rhyner
jrhyner@slf.ch

WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
Flüelastraße 11
7260 Davos Dorf

Tel.: +41-81-4170-361; Fax: +41-81-4170-110 (Romang), Tel.: +41-81-4170-243; Fax: +41-81-4170-110 (Stoffel),
Tel.: +41-81-4170-172; Fax: +41-81-4170-110 (Bründl), Tel.: +41-81-4170-151; Fax: +41-81-4170-110 (Rhyner)

Warnung und Intervention können die Schadenfolgen von Unwetterereignissen mindern. Die Warnung wird in der Schweiz für Lawinen und neu im Rahmen von Pilotprojekten auch für Wildbäche durch das System IFKIS (Interkantonales Frühwarn- und Kriseninformationssystem) abgedeckt. IFKIS ermöglicht die rasche Verarbeitung von Informationen und deren Austausch auf der web-basierten Plattform InfoManager. Zur effektiven Gestaltung des Warnprozesses müssen die Abläufe und eine strukturierte Entscheidungsfindung festgelegt werden. Zum temporären Schutz stehen im Lawinenbereich Möglichkeiten der Evakuierung, Sperrung und der künstlichen Lawinenauslösung zur Verfügung. Auch im Hochwasserschutz ergibt sich eine Reihe von Möglichkeiten, wie z. B. mobiler Objektschutz. Um diese möglichst wirkungsvoll einsetzen zu können, wurden die Interventionskarten entwickelt. Diese zeigen auf, wo in welcher Situation wie eingegriffen werden soll.

1 Einordnung von Warnung und Intervention

Naturereignisse wie Lawinen oder Hochwasser fordern immer wieder Todesopfer und verursachen jährlich Schäden in Millionenhöhe [1], [2]. Diesen Risiken wird in der Schweiz mit dem so genannten integralen Risikomanagement, bestehend aus Prävention, Intervention und Wiederherstellung begegnet [3]. Die Prävention kann dabei auf eine lange Tradition zurückblicken. So begann der verbreitete Einsatz wasserbaulicher Maßnahmen bereits im 19. Jahrhundert, moderne Lawinenverbauungen (Stahlschneebrücken) kamen seit dem Lawinenwinter 1950/51 verbreitet zum Einsatz. Auch die Schutzwaldbewirtschaftung blickt mit der Einführung des ersten eidgenössischen Waldgesetzes 1874 auf eine lange Geschichte zurück. Demgegenüber sind organisatorische Maßnahmen wie Evakuationen, Straßensperrungen oder der mobile Hochwasserschutz eher jüngeren Datums. Dies unter anderem deshalb, weil sie vergleichsweise gute Informationen und Kenntnisse etwa zu den wirkenden Prozessen (wo, was, wie stark) und der kurzfristigen Entwicklung beispielsweise in Abhängigkeit der Wettersituation verlangen.

Ausgangspunkt für den vorliegenden Artikel stellt die Lawinenwarnung dar, welche in der Schweiz auf eine längere Tradition zurückblickt. Erste Berichte zur aktuellen Lawinensituation, die so genannten Bulletins, wurden bereits 1940 publiziert. Seit 1992 wird täglich ein Nationales Lawinenbulletin veröffentlicht, seit 1997 auch als Prognose für den Folgetag. Weiter wurden zu diesem Zeitpunkt auch die täglichen regionalen Bulletins für verschiedene Regionen der Schweizer Alpen eingeführt. Wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 40 bis 70% innerhalb von 72 Stunden mit dem Erreichen der höchsten Gefahrenstufe „sehr groß“ gerechnet, dann wird eine Frühwarnung herausgegeben. Nach dem Lawinenwinter 1999 wurden im Projekt IFKIS (Interkantonales Frühwarn- und Kriseninformationssystem) weitere Optimierungen angegangen [4]. IFKIS nimmt heute eine zentrale Funktion ein, nicht nur im Lawinenbereich sondern auch für die laufenden Entwicklungen bei den hydrologischen Gefahren (IFKIS-Hydro, [5]). Aufbauend auf den Warninformationen und dem allgemein besseren Gefahren- und Risikoverständnis wurden verschiedene Anstrengungen unternommen, auch die Intervention auf eine verbindlichere Basis zu stellen [8].

Warnung und Intervention sind eng miteinander verbunden: Die Warnung entfaltet erst durch die Intervention ihre Wirkung, die Intervention ihrerseits ist umso wirkungsvoller, je bessere Informationen zur aktuellen und absehbaren Gefahrensituation vorliegen. Der Fokus richtet sich bei beiden auf die mögliche Ereignisphase. Die Tage bis Stunden vor und nach dem Ereignis entscheiden über den Erfolg. Trotzdem sind auch eine längere Vorbereitungsphase und die Nachbereitung wichtig.

Warnung und Intervention können deshalb zunächst als Einheit betrachtet werden, welche sich zusammensetzt aus

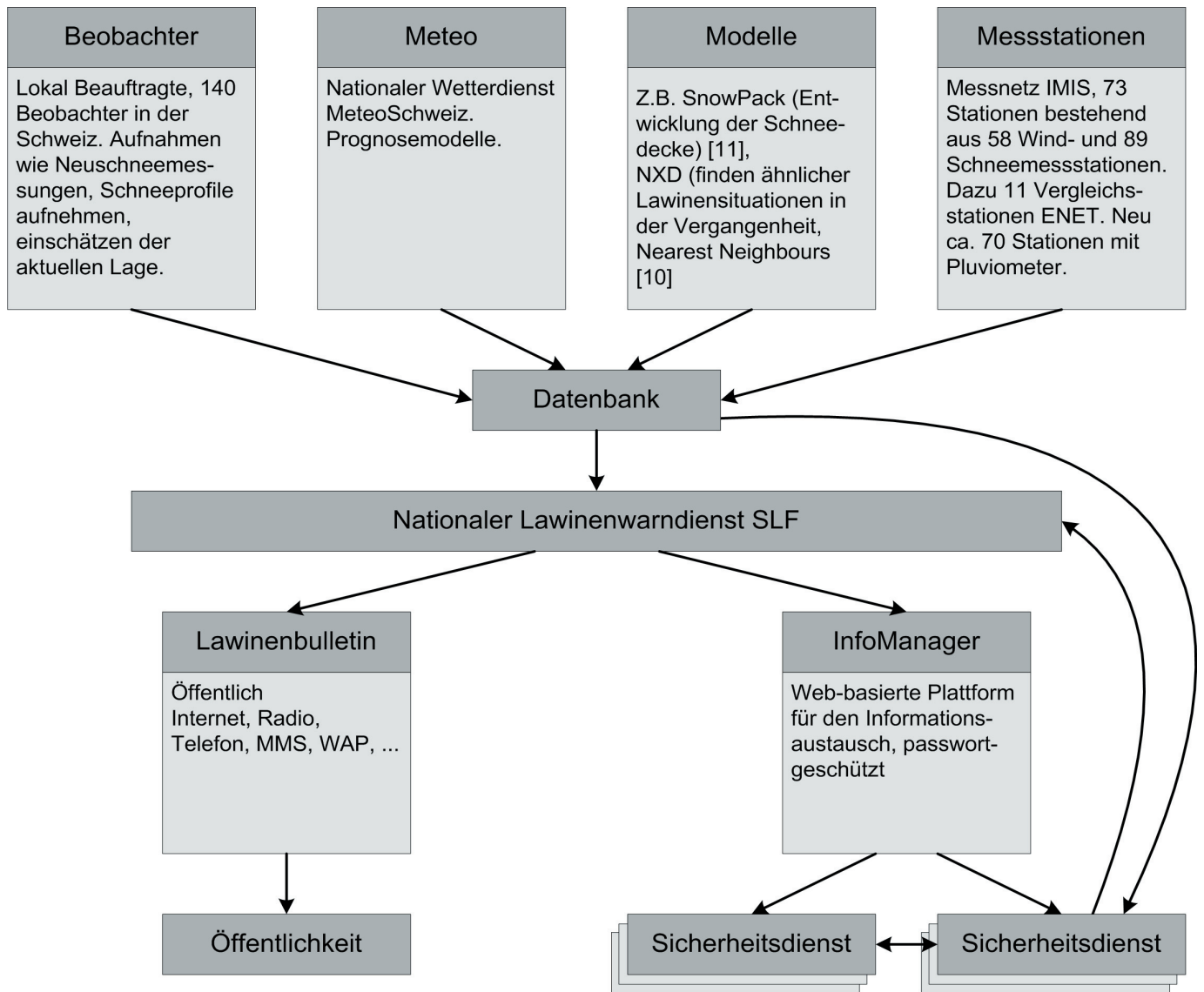


Bild 1: Aufbau von IFKIS

- Vorbereitungsphase (z. B. regelmäßige Überwachung von Wetter, Gebiet und Gefahrenentwicklung (Bsp. Lawinenbulletin), Ausbildung, Organisation, technische Einrichtungen/Einsatzmaterialien, Übungen),
- Warnphase (bei Hinweisen auf ein Unwetterereignis, Vorwarnzeit variabel, intensive Beobachtung von Wetter, Prozessen, etc., siehe IFKIS),
- Einsatzphase (Intervention je nach Situation, fachliche Begleitung),
- Nachbereitungsphase (Dokumentation, Auswertung, Verbesserungen).

Im Folgenden wird beispielhaft auf einige Aspekte näher eingegangen. Zunächst wird IFKIS als Grundkonzept dargestellt. Anschließend werden die Abläufe und die organisatorischen Aspekte thematisiert und schließlich Interventionsmöglichkeiten aus dem Lawinen- und dem Hochwasserbereich aufgezeigt.

2 IFKIS – Konzept eines Informations- und Warnsystems

Warnung verlangt bei allen Prozessen einen raschen und direkten Informationsaustausch.

IFKIS ist einerseits ein Konzept zur Erfassung, Er- und Verarbeitung, Interpretation und Austausch von In-

formationen. Die einzelnen Elemente (Bild 1) beziehungsweise ihre Ausgestaltung und Funktion werden dabei näher festgelegt. Andererseits ist IFKIS auch ein technisches System, welches diese Informationsverarbeitung auch ermöglicht. Das Abbild dieses technischen Systems ist der InfoManager (Bild 2). Wesentlich ist das Verständnis der Informationsflüsse. Diese laufen nicht nur „top-down“, sondern ebenso wichtig sind Rückmeldungen aus den Regionen an den nationalen Warndienst, der direkte Zugriff der Sicherheitsdienste auf die Messstationen und der Informationsaustausch unter den Sicherheitsdiensten. Letzterer wird unter anderem unterstützt durch das Maßnahmeninformationssystem IFKIS-MIS.

Der InfoManager ist die zentrale web-basierte Informationsplattform. Die hier bereitgestellten beziehungsweise ausgetauschten Informationen sind den Sicherheitsdiensten vorbehalten und im Gegensatz zum Lawinenbulletin nicht öffentlich. Entsprechend dem Grundgedanken von IFKIS dient der InfoManager einer Zweiweg-Kommunikation. Es werden nicht nur die Informationen vom nationalen Warndienst, den Stationen, dem Wetterdienst etc. bereitgestellt, sondern die lokalen Beobachter wie auch die Sicherheitsdienste geben hier

IFKIS	Station de mesure	Niveau d'eau	Niveau d'eau 1	Écoulement	Teneur en troubles	Charrriage	Date	Heure	edit	ann.
Hydro		en mm	en mm	en m ³ /s						
Meteo										
Prévisions										
Dernières données	Dépotoire du golf	123					05.12.2005	13:20	🗑️	✗
Evolution	Golf pont amont	120					16.08.2005	11:37	🗑️	✗
Précipitation										
Dernières valeurs	Le Hameau	100			gering	nein	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
Graphe	Guinnard agence	300			mässig	hörbar	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
Niveau d'eau / débit	Mondzeu Golettaz	200			gering	hörbar	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
Dernières valeurs	Mondzeu Abati	300			gering	hörbar	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
Graphe	La Tinte	300			gering	hörbar	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
P/Q-Beziehung	Mondzeu avant l'hôtel Mazot	300			mässig	hörbar	20.08.2005	21:00	🗑️	✗
Observations	STEP	400			mässig	nein	11.08.2005	06:30	🗑️	✗
Dernières données	Fontenelle dessus	250			mässig	nein	22.08.2005	09:45	🗑️	✗
Graphe	Pont de Bramois	400			mässig	nein	22.08.2005	09:45	🗑️	✗
Simulation	Route cantonale/c. des Forcles	300			mässig	nein	22.08.2005	09:45	🗑️	✗

Bild 2: Erfassung von Beobachterdaten im InfoManager

ihre Informationen ein. Dies zeigt Bild 2 am Beispiel von lokal eingegebenen Beobachtungsdaten von Gewässern. Damit wird auch klar, dass sich die Anwendbarkeit von IFKIS nicht auf den Lawinenbereich beschränkt. Basierend auf den guten Erfahrungen der Lawinenwarnung wurde IFKIS-Hydro als Informations- und Warnsystem bei hydrologischen Gefahren in Gebieten in der Größenordnung von einem bis hundert, allenfalls einigen hundert Quadratkilometern entwickelt [5].

Auch im Wasserbereich kommen grundsätzlich die Elemente und der Aufbau gemäss Bild 1 zum Einsatz. Die lokalen Beobachter haben gerade bei hydrologischen Extremereignissen in kleineren Gebieten eine besondere Bedeutung, kann die kleinräumige Variabilität in der Reaktion auf ein Niederschlagsereignis doch gross sein. Der Einsatz von Prognosemodellen etwa für die Abflusssimulation in Echtzeit steht gerade für kleinere Gebiete noch am Anfang. Im Fall der Linth, einem Einzugsgebiet von 500 km² läuft das Abflussprognosemodell PREVAH im Rahmen von IFKIS-Hydro bereits operationell [6].

Was im Moment bei den Wassergefahren noch fehlt, ist ein zentraler Warndienst und damit Dienstleistungen wie die Aufbereitung der Informationen, die Beraterfunktion und ein öffentliches Bulletin. Dies ist durch den Pilotcharakter der bisherigen Arbeiten begründet, weist aber klar auf anstehende Bedürfnisse hin. Im Moment werden die Informationen noch direkt im InfoManager verarbeitet und die Verantwortung für die Interpretation etc. liegt auf lokaler Ebene.

Unabhängig von den Vorleistungen eines nationalen Warndienstes sind die fachlichen Anforderungen an die Sicherheitsdienste gross und auch die psychische Belas-

tung ist nicht zu unterschätzen. Deshalb gehört ein Ausbildungskonzept ein integrierender Bestandteil von IFKIS. Das Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) bietet jährlich Kurse an, vorläufig beschränkt auf den Lawinenbereich. Der so genannte Kurs A richtet sich speziell an Fachspezialisten, welche die Informationen sammeln und interpretieren. Der Kurs B ist mehr auf die Bedürfnisse der Entscheidungsträger in den Sicherheitsdiensten und den Gemeindebehörden (welche in der Regel die rechtliche Verantwortung tragen) ausgerichtet.

3 Organisation – Optimierung der Abläufe

Verantwortung und Kompetenzen müssen klar sein.

Um die vielen Informationen in kurzer Zeit verarbeiten und einem Entscheid zuführen zu können, ist eine gute Organisation wichtig. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den organisatorischen Aspekten auf der Interventionsseite und den Abläufen bei der Warnung. Auf Ersteres wird nicht vertieft eingegangen. Es sind u. a. die rechtlichen Vorgaben (z. B. Entscheidungskompetenzen und -verantwortung) und die lokalen Gegebenheiten (z. B. administrative Rahmenbedingungen) zu berücksichtigen. Dass aber Organisation wesentlich ist, zeigen beispielhaft die Zuständigkeiten für die Lawinensicherung in Davos (Schweiz). Für die Siedlung ist die Gemeinde zuständig, für die Kantonsstrassen das kantonale Tiefbauamt, für die Bahnlinie die Bahngesellschaft, für die Langlaufloipen und die Winterwanderwege die Tourismusorganisation und für die Skipisten die Bergbahnunternehmen. Eine Plattform wie der InfoManager von IFKIS kann integrierend wirken, indem auf einer

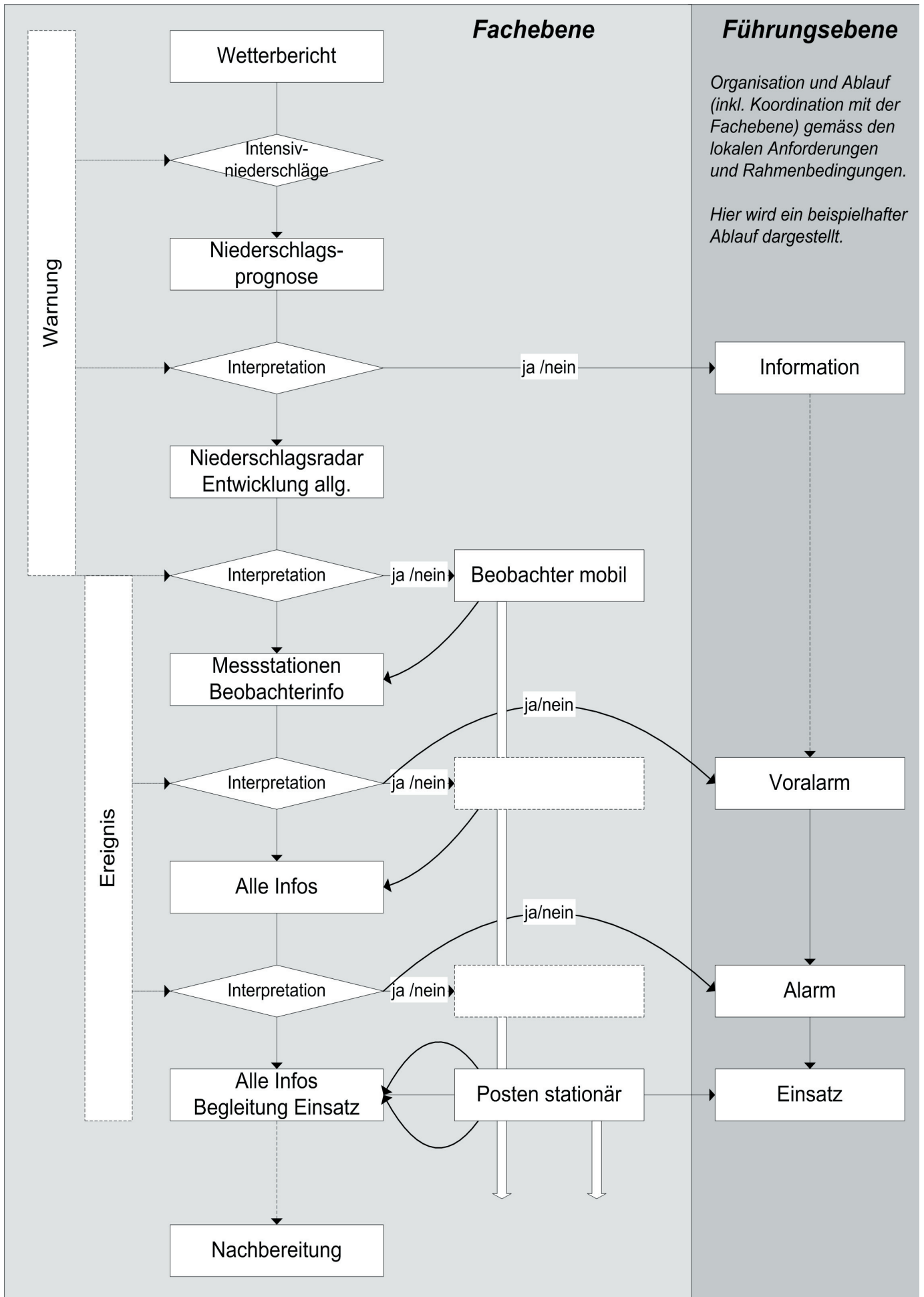


Bild 3: Ablaufschema der Warnung von IFKIS-Hydro

gemeinsamen Basis gearbeitet und entschieden wird. Jeder Sicherheitsdienst braucht aber auch administrative Grundlagen wie Organigramme und Pflichtenhefte, Versicherungsdeckung (Haftpflicht), Protokollierung der Entscheide und schließlich Hilfen für die Durchführung der Intervention, wie sie in den folgenden Kapiteln noch thematisiert werden.

Zwischen Warnung und Intervention müssen die Informationen ungehindert fließen können.

Die Warnung im weiteren Sinne konzentriert sich auf den prozessspezifischen fachlichen Teil. Hier werden Informationen zur Wettersituation eingeholt, Messdaten gesammelt, Einschätzungen der aktuellen Lage gemacht und Empfehlungen abgegeben. Der Interventionsteil wird allenfalls dokumentarisch mitverfolgt. In diesem Sinne wird die Warnung im Konzept von IFKIS abgebildet.

Bild 3 zeigt am Beispiel von IFKIS-Hydro wie der Warnablauf gestaltet werden kann. Auslöser des Warnprozesses können der Wetterbericht und darin angekündigte Intensivniederschläge sein, allenfalls auch Warnungen über offizielle Kanäle oder über kommerzielle Dienste. Nach Konsultation der Niederschlagsprognose entscheidet die zuständige Person, ob die Führungsebene (z. B. Chef des Krisenstabes) bereits informiert werden soll. So oder so wird die Entwicklung der Situation weiterverfolgt, beispielsweise über den Niederschlagsradar. Nach erneuter Lagebeurteilung wird entschieden, ob die Beobachter, welche dann vor Ort ihre Arbeit ausführen, mobilisiert werden sollen. Selbstverständlich ist hier wie bei den anderen Interpretationsschritten auch ein Abbruch der Prozedur möglich. Setzt der Niederschlag auch vor Ort ein, stehen zusätzlich zu den bisherigen Angaben lokale Messdaten und Beobachterdaten zur Verfügung. Diese helfen beim Entscheid über einen allfälligen Voralarm und schließlich über die Alarmierung. Die fachliche Arbeit endet nicht etwa an diesem Punkt, sondern es wird nun die wichtige Begleitung des Ereignisses respektive des Einsatzes übernommen. So durch Weiterleitung von Angaben über die Niederschlags- und Hochwassersituation an die Einsatzkräfte, durch Fortsetzung der Beobachtungen im Gelände (gerade in dieser Phase können sehr wertvolle Erfahrungen gewonnen werden) oder durch die Unterstützung der Sicherheit der Einsatzkräfte durch stationäre Beobachter als Warnposten an kritischen Stellen. Eine Nachbereitung etwa zur Bereinigung der Datenerfassung oder zur Erfolgskontrolle schließt die Phase der außerordentlichen Beobachtung ab.

Das Diagramm (Bild 3) geht von der „idealen Variante“ mit prognostizierten Intensivniederschlägen aus. In der Praxis wird aber die Initialzündung auch durch Ereignisse gegeben, welche sich nicht lange ankündigen respektive heute nicht in der benötigten Genauigkeit prognostizierbar sind (Gewitter). Dies verkürzt das beschriebene Vorgehen und zeigt auch klar Grenzen auf.

Auf fachlicher Ebene wird diesem Prozess der strukturierten Entscheidungsfindung heute große Beachtung geschenkt. Es geht darum, die vielen Informationen aus Daten, Modellen, Erfahrungen und der aktuellen Situation in kurzer Zeit zu verknüpfen, den bestmöglichen Entscheid zu fällen und zu dokumentieren.

4 Temporäre Maßnahmen im Lawinenschutz

Führt die Beurteilung der aktuellen und absehbaren Situation zum Schluss, dass Interventionsmaßnahmen notwendig sind, stehen bei Lawinen zwei Kategorien zur Auswahl:

- Fernhalten von Personen von gefährdeten Gebieten durch Sperrungen und Evakuierungen (v. a. Siedlungen und Verkehrswege). Empfehlenswert sind hierzu vorbereitete Grundlagen wie Telefonlisten (wer muss evakuiert werden?) oder Absperrpläne (Bild 4).
- Künstliche Lawinenauslösung (immer in Kombination mit Sperrungen) zur kontrollierten Entladung von Anrissgebieten (Skigebiete, Verkehrswege) und damit auch zur Vorbeugung von später möglichen größeren Abgängen. Auch hier ist die Vorbereitung wichtig (z. B. Festlegen von Sprengpunkten).

Temporäre Maßnahmen sind relativ kostengünstig, weisen aber verschiedene Probleme auf („Faktor Mensch“):

- Schwierige Beurteilung der Gefährdung (Einzelhänge, evtl. keine Sicht)
- Durchführbarkeit/Umsetzung der Maßnahmen (Druck auf Verantwortliche in Tourismusregionen), Information
- Künstliche Lawinenauslösung: mögliche Schäden, je nach Situation schwierige Beurteilung der Wirksamkeit von Sprengungen und das Festlegen von weiteren Maßnahmen.

Da die Beurteilung einer Lawinensituation nicht einfach ist und etliche Unsicherheiten bestehen, verbleibt bei den temporären Methoden ein Restrisiko, z. B.:

- Sperrungen/Evakuierungen: trotz sorgfältiger Beurteilung keine Sperrung angeordnet, Sperrung zu spät durchgeführt oder zu früh aufgehoben. Zudem sind Missachtungen von Sperrungen sind möglich.
- Künstliche Lawinenauslösung: ausgelöste Lawine größer als erwartet, Auslösung von Sekundärlawinen. Nach negativen Sprengungen (keine Auslösung) kann es zu einem späteren Zeitpunkt zu spontanen Abgängen kommen.

5 Interventionskarte – ein neues Instrument im Hochwasserschutz

Die sehr kompakte Gestaltung der Interventionskarte ist für die Anwendbarkeit im Ereignisfall entscheidend.

Es bestehen verschiedene technische und organisatorische Möglichkeiten, die Folgen eines Hochwasserereignisses einzudämmen. Neben den bekannten Sandsäcken sind heute verschiedene moderne mobile Hochwasserschutzsysteme auf dem Markt, daneben bewährt sich immer wieder der allerdings nicht ungefährliche Baumaschineneinsatz bei Brücken und natürlich sind auch hier Evakuierungen von Bedeutung.

Das Hochwasser 2005 hat gezeigt, dass ohne geeignete Grundlagen und eine entsprechende Vorbereitung der Einsatz solcher Maßnahmen wesentlich erschwert wird. Zum einen kann IFKIS-Hydro hier Informationslücken schließen, zum andern wurde das Instrument der Interventionskarte entwickelt (Beispiel Klosters, Schweiz) [8].

Aufbauend auf der Gefahrenkarte Wasser gemäß [7] und weiteren Informationen liefert die Interventionskarte

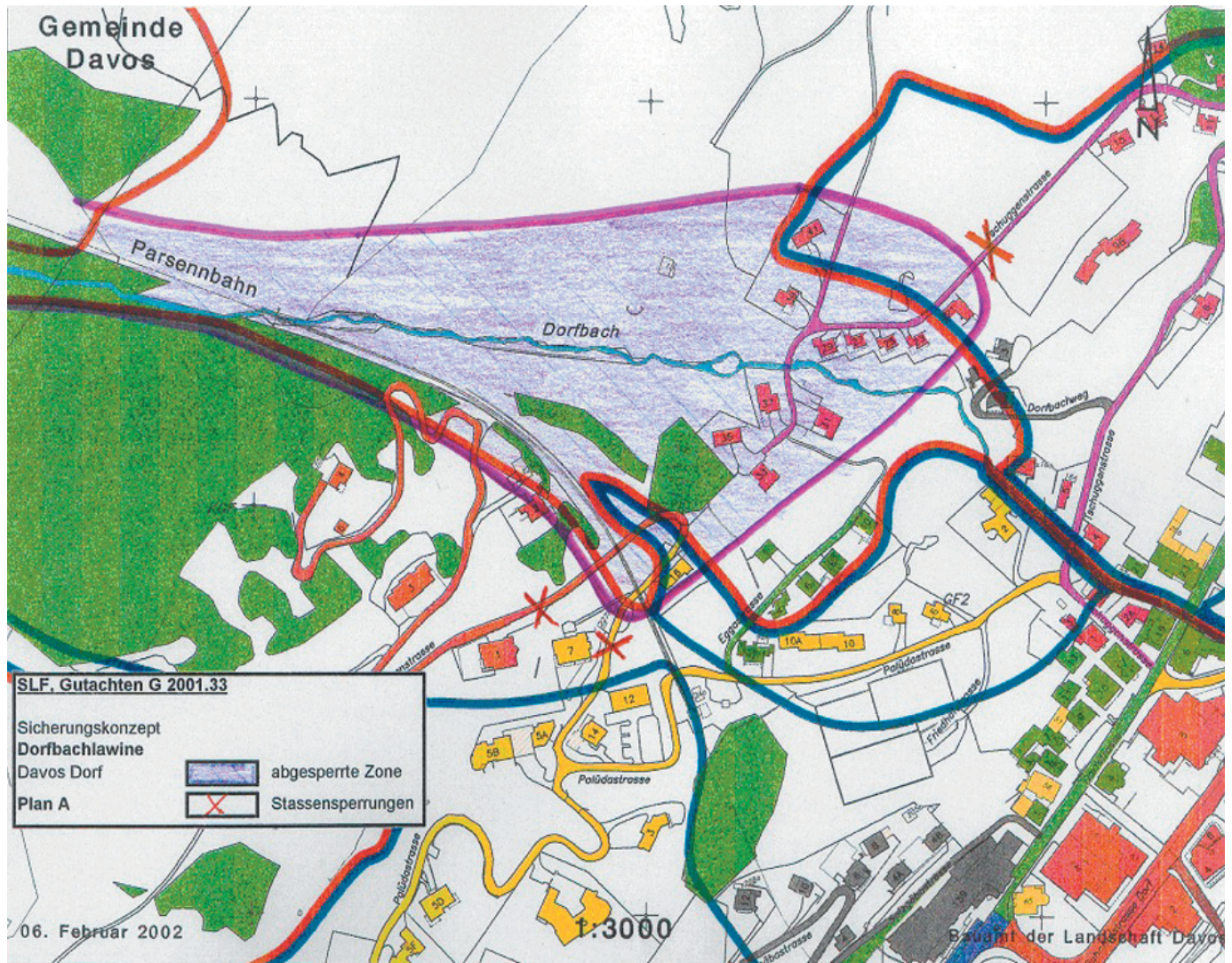


Bild 4: Beispiel eines Absperrplanes [9]

konkrete Angaben zur Gefährdung und zu möglichen Eingriffen. Sie beantwortet die Fragen nach dem Wo, Was, Wann, Wie: WO kann WAS passieren und WIE kann WANN (d.h. mit welcher Priorität) eingegriffen werden. Die Sicherheit der Einsatzkräfte wird hoch gewichtet. Der Einsatz selbst soll nicht zu zusätzlicher und unverhältnismäßiger Gefährdung führen.

Die Interventionskarte ist ein Gesamtpaket pro Gemeinde. Das Herzstück stellen die so genannten Objektblätter dar. Sie bilden die Gefahrensituation und die Maßnahmen für ein Objekt ab. Ein Objekt kann etwa ein Bachkegel, ein Flussabschnitt oder ein Sonderrisiko wie z. B. ein Industriekomplex sein. Sie sind für den praktischen Einsatz vorgesehen und dementsprechend kompakt und einfach gestaltet. Auf einer Doppelseite A4 liefern sie dem Einsatzleiter grafisch und als Text die Informationen für situationsgerechte Entscheidungen, ohne die notwendige Flexibilität zu stark einzuschränken.

Dargestellt werden auf der Karte:

- Die Gefahrengebiete in rot, blau und gelb [7]
- Maßnahmen mit Priorisierung respektive angepasst an die Ereignisphasen
- Sonderrisiken wie Hotels, Schulen, Altersheime, Spitäler, Industrieanlagen, wichtige Infrastruktur (so genannte „Lifelines“)

Im Textteil werden in knapper Form ergänzende Informationen gegeben zu:

- Personen- und Sachrisiken
- Materialbedarf für den Einsatz
- Entscheidungsregeln insbesondere bei besonderen Sicherheitsproblemen, verschiedenen Prioritäten oder mehrphasigen Ereignissen
- Telefonnummern
- Weitere Informationen, z. B. zur Interaktion mit benachbarten Einsatzgebieten

Bild 5 zeigt ein Beispiel einer mehrphasigen Interventionskarte. Mehrere Phasen werden dort unterschieden, wo sich je nach Ereignisverlauf die Einsatzmöglichkeiten wesentlich verändern. So ist in einer frühen Phase beispielsweise ein Einsatz in Gewässernähe möglich, während später vielleicht ein großräumiger Rückzug erfolgen muss. In der Phase 1 beschränkt sich der Einsatz im gezeigten Beispiel auf die Beobachtung. Hier wird auch gleich der enge Bezug zu IFKIS-Hydro deutlich, welches genau diese Funktion übernimmt. Die Maßnahmen der Phase 2 werden aber bereits vorbereitet, z. B. durch Avisierung von Bauunternehmern oder durch feuerwehrinterne Vorbereitung. Die Beobachtung erfolgt nach den durch IFKIS-Hydro vorgegebenen Regeln. Diese Regeln orientieren sich an einfach feststellbaren Größen wie Wasserstand bei Brücken, star-



Bild 5: Interventionskarte Landquart, Klosters (Schweiz)

ker Holztrieb oder auch Wetterprognose. Gestützt auf die Beobachtungen und die Entscheidungsregeln kann der Einsatzleiter dann zu Phase 2 wechseln. Hier werden dann die „klassischen“ temporären Hochwasserschutzmaßnahmen eingesetzt (eine gute Übersicht über Maßnahmen und ihr Einsatzfeld findet sich auf www.vkf.ch). Analog erfolgt auch der Übergang zur Phase 3, wo in diesem Fall ein größeres Sperrgebiet vorgesehen ist.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die guten Datengrundlagen, das gute Prozessverständnis, die vorhandenen Modelle sowie die Bedeutung für Wirtschaft und Tourismus haben zusammen mit einer fortwährend verbesserten Wetterprognose im Bereich Lawinen zu einer Warnung auf einem qualitativ hohen Niveau geführt. Die hohe Qualität der Lawinenwarnung und das etablierte System bestehend aus Ausbildung und einer klaren Regelung der Kompetenzen ist eine wesentliche Grundlage für eine situations- und zeitgerechte Durchführung von organisatorischen Maßnahmen. Dieses für den Bereich Lawinen fest verankerte Prinzip aus Messung, Beobachtung, Modellierung und Information bietet daher eine gute Ausgangsbasis für eine Verbesserung der Warnung und Intervention auf dem Gebiet der hydrologischen Gefahren.

Allerdings sind, insbesondere bei kleinen Einzugsgebieten, weitere Fortschritte beim Prozessverständnis notwendig.

Das Projekt IFKIS-Hydro in der Schweiz leistet einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung von organisatorischen Maßnahmen bei hydrologischen Naturgefahren. Die Interventionskarte, wie sie in diesem Beitrag dargestellt wurde, zeigt, dass Gefahrenkarten ebenfalls eine bedeutende Grundlage für die Intervention darstellen. Eine zielgerichtete Information über die Möglichkeiten dieser Hilfsmittel und eine entsprechende Ausbildung der Einsatzkräfte für den Ereignisfall können damit helfen, Menschen und Sachwerte vor den Einwirkungen von Naturgefahren zu schützen.

Literatur

- [1] Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.): Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 2000.
- [2] Schmid F., Fraefel M., Hegg, C.: Unwetterschäden in der Schweiz 1972–2002: Verteilung, Ursachen, Entwicklung. Wasser-Energie-Luft 96 (2004), 1/2, S. 21–28.
- [3] PLANAT: Strategie Naturgefahren Schweiz. www.planat.ch. 2004.

- [4] *Bründl, M., Etter, H.J., Klingler, C., Lehning, M., Steiniger, M., Rhyner, J., Ammann, W.*: Consequences of the avalanche winter 1999 in Switzerland: The intercantonal early warning and crisis information system IFKIS. Tagungspublikation Interpraevent 2004, Band 1, Thema I (2004), 57–66.
- [5] *Romang, H., Hegg, C., Gerber, M., Hilker, N., Dufour, F., Rhyner, J.*: IFKIS-Hydro – Informations- und Warnsystem für hydrologische Naturgefahren. Wasser-Energie-Luft, 99 (2007), 1/2.
- [6] *Zappa, M., Rhyner, J., Gerber, M., Egli, L., Stöckli, U., Hegg, C.*: IFKIS-Hydro MountainFloodWatch – Eine endbenutzerorientierte Plattform für Hochwasserwarnung. In: Risikomanagement extremer hydrologischer Ereignisse, Beiträge zum Tag der Hydrologie 2006. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 15, 2, 189–200.
- [7] BWW (Bundesamt für Wasserwirtschaft), BRP (Bundesamt für Raumplanung), BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bern: EDMZ. 1997.
- [8] *Romang, H., Barandun, J., Roth, H.U., Guler, A., Fischer, M., Wilhelm, C.*: Die Interventionskarte – Von der Gefahrenkarte zum Einsatz im Ereignisfall. Bündnerwald Jg. 59 (2006), 6: 71–76.
- [9] *Stoffel L.*: Reduktion des Lawinenrisikos mit temporären Maßnahmen. In: Schweizer J.: Lawinen und Recht. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 2006.
- [10] *Felber, A., Heierli, J., Kowalski, J. and Purves, R.S.*: What do the results of nearest neighbours models mean in avalanche forecasting? Proceedings of the Conference of the International Glaciological Society IGS, Davos, 2–6, June, 2003.
- [11] *Lehning, M., Bartelt, P.B., Brown, R.L., Fierz, C., Satyawali, P.*: A physical SNOWPACK model for the Swiss Avalanche Warning Services. Part II: Snow Microstructure. Cold Reg. Sci. Technol., 35 (2002), 3:147–167.