

IFKIS-Hydro : Informations- und Warnsystem für hydrologische Naturgefahren

Autor(en): **Romang, H. / Hegg, C. / Gerber, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **99 (2007)**

Heft 2

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940123>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

IFKIS-Hydro – Informations- und Warnsystem für hydrologische Naturgefahren

H. Romang, C. Hegg, M. Gerber, N. Hilker, F. Dufour, J. Rhyner

1. Einleitung

Hochwasser und Murgänge verursachen in der Schweiz jährlich Schäden in Milliardenhöhe (Schmid et al., 2004). Durch Interventionspläne und entsprechende Massnahmen wie Baumaschineneinsatz, Wasserableitung oder auch Evakuationen und Sperrungen können die Auswirkungen solcher Ereignisse reduziert werden (Romang et al., 2006). Dazu werden aber gebietspezifische und rasch verfügbare Informationen etwa zu Niederschlag und Abfluss benötigt. Basierend auf den guten Erfahrungen der Lawinenwarnung (IFKIS steht für das Interkantonale Frühwarn- und Kriseninformationssystem im Lawinenbereich, Bründl et al., 2004) wird deshalb IFKIS-Hydro als Informations- und Warnsystem bei hydrologischen Gefahren in Pilotgebieten der Kantone Wallis und Glarus entwickelt. Damit soll den Sicherheits- und Einsatzverantwortlichen vor Ort ein Mittel zur Bewältigung von hydrologisch bedingten Ereignissen in kleinen und mittleren Einzugsgebieten zur Verfügung gestellt werden.

2. Einordnung von IFKIS-Hydro

Schutzmassnahmen können in raumplanerische, bauliche, biologische und organisatorische Massnahmen gegliedert werden (Bild 1). Im Sinne des integralen Umganges mit Naturgefahren werden die verschiedenen Massnahmen häufig kombiniert eingesetzt. Dies gilt speziell für die organisatorischen Massnahmen, mit wel-

chen die Auswirkungen eines (trotzdem) auftretenden Schadenereignisses gemindert werden sollen. Diese Interventionen und die Vorbereitung darauf gewinnen zunehmend an Bedeutung, weil a) planerische Massnahmen bei bereits besiedelten potenziellen Gefahrenräumen nur langfristig greifen können und b) bauliche und biologische Massnahmen Grenzen finanzieller, ökologischer, gesellschaftlicher und technischer Natur unterliegen.

In diesem Rahmen hilft IFKIS-Hydro die verschiedenen Informationen wie die allgemeine Gefahrensituation, Wetterprognosen, Abflussvorhersagen oder Messungen und gezielte lokale Beobachtungen nutzbringend zu kombinieren, um für das betreffende Gebiet bestmögliche Angaben über das aktuelle und absehbare Hochwasser- und Murganggeschehen zu erhalten und die organisatorischen Massnahmen zu unterstützen.

In Ergänzung zu Warnsystemen für grössere Gewässer wie die Modelle des Bundesamtes für Umwelt für das Einzugsgebiet des Rheins oder das Prognosemodell MINERVE für die Rhone (Raboud et al., 2001) konzentriert sich IFKIS-Hydro auf Gebiete in der Grössenordnung von einem bis hundert, allenfalls einigen hundert Quadratkilometern. Beispiele für kleine Einzugsgebiete finden sich in den im vorliegenden Artikel angesprochenen Pilotgebieten des Kantons Wallis, ein eher grösseres Pilotgebiet stellt das Linthgebiet im Kanton Glarus dar (Zappa et al., 2006).

3. Die Bedeutung lokaler Beobachtungen

Hochwasserereignisse in kleinen Einzugsgebieten sind abhängig von Faktoren wie dem jeweiligen Gebietscharakter, der Vorgeschichte (z.B. Vorregen) oder der kleinräumigen Niederschlagsverteilung. Es ist allgemein bekannt, dass sowohl die Reaktion verschiedener Bäche auf das gleiche auslösende Niederschlagsereignis als auch die Reaktion desselben Baches auf unterschiedliche Niederschläge stark variieren. Deshalb ist ein Informations- und Warnsystem für hydrologische Gefahren in kleinen Einzugsgebieten auf lokale Angaben angewiesen. Die lokalen Informationen können sowohl durch Beobachter als auch durch technische Systeme verschiedener Art gesammelt werden. Welche Mittel wo adäquat einzusetzen sind, hängt von verschiedenen Rahmenbedingungen ab: Verfügbarkeit von Personal, Zugänglichkeit der Messstelle, mögliche Vorwarnzeiten, finanzielle Mittel usw. Die lokalen Beobachtungen ergänzen, korrigieren und konkretisieren die Angaben auf räumlich gröberer Stufe wie Wettervorhersagen (national, regional), Abflussprognosen (Prognosemodelle) oder Warnmeldungen. Sowohl die «globalen» als auch die lokalen Informationen sind wichtig. Weil aber letztere durch die Arbeit der Beobachter etwa in einer Gemeinde oder einer Talschaft stark beeinflusst werden können, wird im Konzept von IFKIS-Hydro der Beobachtung vor Ort ein grosses Gewicht beigemessen.

4. Strukturierte Informationsbeschaffung und -verarbeitung

Die angesprochene Variabilität bei der Entstehung und Entwicklung von Hochwasser- und Murgangereignissen wird modellhaft durch das Konzept in Bild 2 dargestellt. Die Gliederung in Grunddisposition, variable Disposition und auslösendes Ereignis wird hier verwendet, um den Aufbau von IFKIS-Hydro sowie die laufende Informationsbeschaffung und -verarbeitung problemorientiert und gut strukturiert gestal-

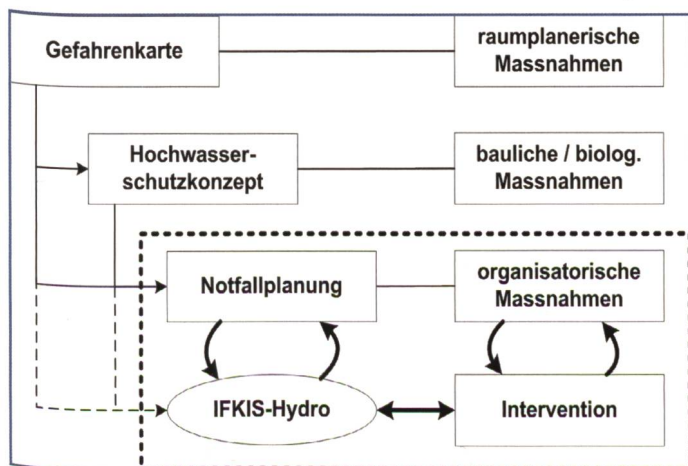


Bild 1. Die Elemente des Hochwasserschutzes, ihre Verknüpfung und die Einordnung von IFKIS-Hydro speziell im Rahmen der Intervention respektive der Vorbereitung darauf.

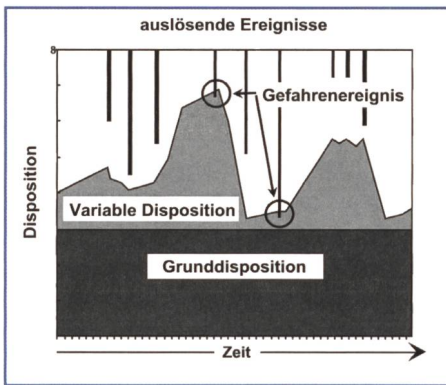


Bild 2. Entstehung von Gefahrenereignissen aufgrund von Disposition und auslösendem Ereignis (nach Kienholz et al., 1998).

ten zu können. Die Grunddisposition als «dauernd vorhandene Bereitschaft zu gefährlichen Prozessen» bildet die Basis für das Verständnis der wirkenden Prozesse und damit auch der Massnahmen. Gefahrenkarten liefern dazu wertvolle Angaben, wengleich ihr Informationsgehalt wesentlich darüber hinausgeht. Fehlen Gefahrenkarten, kann die Grunddisposition auch anders bestimmt werden (z.B. Ereigniskataster, Geländeanalyse). Zu betonen ist aber, dass je besser die Grunddisposition bestimmt wird, desto zielgerichteter können ein System wie IFKIS-Hydro und darauf aufbauende Interventionsmassnahmen eingesetzt werden.

Die Ermittlung der Grunddisposition ist eine Voraussetzung für die Anlage von IFKIS-Hydro in einem bestimmten Gebiet. In den Pilotgebieten im Kanton Wallis werden Gefahrenkarten verwendet, um IFKIS-Hydro einzurichten. Sie helfen mit, Prioritäten zu setzen oder zugängliche Beobachtungsstellen im Gelände zu bestimmen.

Gefahrenereignisse sind bei gegebener Grunddisposition sowohl von

der variablen Disposition als auch vom auslösenden Ereignis abhängig. Dementsprechend steht deren Kenntnis bei IFKIS-Hydro im Zentrum. Die Erfassung und Bewertung der notwendigen Informationen wird als «regelmässige Beobachtung» und «ausserordentliche Beobachtung» bezeichnet und in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

5. Regelmässige Beobachtung

Mit der regelmässigen Beobachtung wird der Teil der variablen Disposition abgedeckt, welcher sich über Wochen, Monate und Jahre verändern kann. Mit «regelmässig» wird betont, dass die Beobachtungen in gleichmässigen Abständen (z.B. jährlich) und häufig an festgelegten Stellen (z.B. Schlüsselstrecken) erfolgen. Ergänzend sind Beobachtungen nach Ereignissen sinnvoll, um allfällige wesentliche Veränderungen der Disposition zu erfassen (z.B. Aktivierung von Erosionsstrecken).

Typische Stellen für regelmässige Beobachtungen sind:

- Gebiete mit bekannten und aktiven Hangbewegungen (Bild 3)
- Wichtige Geschiebedeponien im Gerinne (z.B. Ablagerungen von kleinen Ereignissen, Einstoss durch Runsen oder Sturzprozesse)
- Stellen mit erhöhtem Schwemmholtzpotenzial (z.B. aufgrund Waldzustand, bei Hanginstabilitäten oder in/unterhalb von Lawinenzügen)
- Einstoss grosser Lawinen mit der Gefahr von Verklausungen
- Schutzbauwerke, speziell wenn sich ihre Funktionsfähigkeit kurzfristig ändern kann (z.B. Rückhaltebecken und ihre mögliche Vorverfüllung durch kleinere Ereignisse).

Zum Arbeitspaket der regelmässigen Beobachtungen werden ebenfalls die Kontrollen

der für den Ereignisfall festgelegten Beobachtungspunkte (siehe folgendes Kapitel) zugerechnet. Hier geht es vor allem darum, deren Funktionstüchtigkeit (z.B. Pegelmarken wiederherstellen, Abflussquerschnitt freilegen) sicherzustellen.

Schliesslich ist natürlich die laufende Konsultation des Wetterberichtes Teil einer regelmässigen Beobachtung. Er stellt das Bindeglied zu den folgenden ausserordentlichen Beobachtungen dar, da er im günstigen Fall frühzeitig auf eine entsprechende potenzielle Gefahrensituation hinweisen kann.

6. Ausserordentliche Beobachtung

Im Fall eines erwarteten oder bereits einsetzenden Ereignisses sollen die so genannt ausserordentlichen Beobachtungen die kurzfristig variable Disposition und das auslösende Ereignis erfassen und so trotz der knappen Zeit helfen, die aktuelle Situation zu bewältigen und die mögliche Entwicklung abzuschätzen.

Der Bezug von IFKIS-Hydro zur Intervention ist hier sehr direkt. Bewusst ist aber zwischen der fachlichen Ebene von IFKIS-Hydro und der Führungsebene zu trennen. Mit IFKIS-Hydro können Entscheidungsgrundlagen und Empfehlungen erarbeitet werden, der Entscheid über Interventionsmassnahmen bleibt aber immer der verantwortlichen Führungsebene wie den Gemeindeführungsstäben vorbehalten. Diese organisatorischen Aspekte werden im Kanton Wallis im Rahmen der Notfallplanung angegangen (Seiler und Baumann, 2007).

Wie bereits erwähnt sind auch für die ausserordentliche Beobachtung lokale Angaben wichtig. Diese können manuell (Beobachter) oder automatisch (Messstationen) erhoben werden. Eine Hauptauf-



Bild 3. Veränderungen in einem aktiven Rutschgebiet zwischen Oktober 2003 und Juni 2005 (Höfjibach, Davos). Durch die häufigen Murgangereignisse sind die Benutzer einer Strasse gefährdet, welche weiter unten den Bach quert.



Bild 4. Manuelle Pegelmessstelle im Gebiet Simplon Süd (links), automatische Niederschlagsmessstation im Gebiet Verbier (rechts).



gabe der Entwicklung und Einführung von IFKIS-Hydro in den verschiedenen Pilotgebieten im Kanton Wallis besteht deshalb darin, Beobachtungs- und Messstandorte festzulegen und einzurichten (Bild 4).

Wegen der knappen Zeit im Ereignisfall, den speziellen organisatorischen Ansprüchen und nicht zuletzt den hohen Anforderungen an die Qualität der Daten und ihrer Interpretation ist ein strukturiertes Vorgehen notwendig (Bild 5). Dieses soll ermöglichen, sowohl Entwicklungen möglichst frühzeitig abzusehen oder zumindest zu verfolgen und somit angemessen reagieren zu können, als auch den Aufwand und den Einbezug von weiteren Personen je nach Situation schrittweise ausdehnen zu können.

Auslöser der Prozedur können wie erwähnt 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 Arbeit von IFKIS-Hydro 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 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.

7. Die Informationsplattform InfoManager

Die verschiedenen Informationen lassen sich in der kurzen Zeit nur mit digitaler Unterstützung erfassen und verarbeiten. Zentrales Steuerelement von IFKIS-Hydro ist deshalb der InfoManager (Bild 6). Diese webbasierte Plattform bietet Zugriff auf die benötigten Daten und Informationen vom Wetterbericht über Messwerte aus dem Gebiet bis zu den manuellen Beobachtungen. Im Weiteren ermöglicht sie auch den Informationsaustausch mit Nachbargebieten und erlaubt den Zugriff auf früher gespeicherte Daten. Diese einheitliche Plattform einschliesslich der Speicherung früherer Daten (Erfahrungen) und deren Bezug für künftige Entscheidungen ist ein wesentliches Erfolgselement von IFKIS in der Lawinenwarnung und dürfte es ebenso im Bereich der hydrologischen Gefahren werden.

8. Erste Erfahrungen und Ausblick

IFKIS-Hydro stellt Konzept und technische Mittel zum Umgang mit hydrologischen Unwetterereignissen zur Verfügung. Es gliedert sich in die Praxis des Hochwasserschutzes ein, nutzt und ergänzt bestehende Grundlagen und Instrumente wie Gefahrenkarten, lokales Know-how, meteorologische Angaben, Messnetze verschiedener Art und Beobachtungen im Gelände. Es kombiniert diese im Hinblick auf die Ereignisbewältigung mit Hilfe des Info-Managers, entwickelt sich mit diesen Grundlagen weiter und gibt seinerseits Impulse für Innovationen und die Organisation lokaler und kantonaler Sicherheitsdienste.

Die ersten Erfahrungen sind grundsätzlich positiv (zu Glarus vgl. Gächter, 2007). So wurde im Gebiet Simplon Süd das System respektive die damit Beauftragten durch die Starkniederschläge im September 2006 erstmals im Ernstfall geprüft, und die Auslegung (Messstellen, Beobachtungen) und speziell die einheitliche Plattform haben sich bewährt. Im Pilotgebiet Verbier (VS) zeigte ein Murgang am 24. Juni 2006 die Grenzen des Systems bei kurzfristigen und sehr lokalen Ereignissen auf. Als Konsequenz wurde das im Rahmen von IFKIS-Hydro ohnehin verdichtete Niederschlagsmessnetz nochmals ergänzt und versuchsweise mit einer Programmierung versehen, welche beim Überschreiten definierter Schwellenwerte SMS-Meldungen an Sicherheitsverantwortliche verschickt. Das im Einzugsgebiet Illgraben für die Gemeinde Leuk erstellte

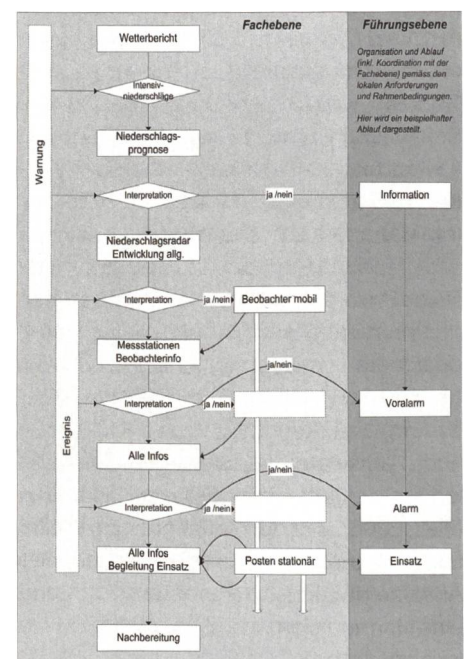


Bild 5. Ablaufschema der ausserordentlichen Beobachtung von IFKIS-Hydro.

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

Bild 6. Erfassung von Beobachterdaten im Info-Manager.

Murgang-Alarm-System (Graf et al., 2007) wird ebenfalls in IFKIS-Hydro integriert. Es beinhaltet neben dem Beobachtungskonzept auch ein automatisches Detektionssystem sowie ein detailliertes Konzept zur Information der Bevölkerung.

Nach wie vor ein wichtiges Thema für die Forschung ist das Prozessverständnis sowohl auf meteorologischer als auch hydrologischer und geomorphologischer Seite. Es ist klar, dass gerade die im Ablaufschema der ausserordentlichen Beobachtung (Bild 5) mehrfach erwähnte Interpretation der Daten auf entsprechende Grundlagen angewiesen ist. Hilfreich sind dazu beispielsweise Prozessmodelle, welche verschiedene Szenarien vorausschauend abbilden können. Während für das etwas grössere Einzugsgebiet der Linth das Abflussprognosemodell PREVAH (Zappa et al., 2003) bereits operationell eingesetzt wird, sind für kleinere Gebiete weitere Anstrengungen nötig. Sehr wichtig für die Entwicklung von lokal anwendbaren Prozessmodellen sind langfristige Datenreihen, welche mit Hilfe des InfoManagers aufgebaut werden sollen.

Sozusagen am andern Ende der Reihe Prozess – Ereignis – Schaden stehen die Interventionsmassnahmen, die durch geeignete organisatorische Strukturen, technische Hilfsmittel und fachliche Ausbildung die Erkenntnisse aus IFKIS-Hydro auch umsetzen müssen. Die Entwicklungen der Interventionskarten (Romang et al., 2006) oder der Notfallplanung (Seiler und Bumann, 2007) stellen entsprechende Ansätze dar. Eine Weiterentwicklung und eine Harmonisierung auf nationaler Ebene ist anzustreben.

Zusammen mit anderen Instrumenten kann IFKIS-Hydro im Sinne des

integralen Risikomanagements zu einer Minderung von Schäden durch hydrologische Ereignisse beitragen. Nebst den angesprochenen Innovationen zur Weiterentwicklung des Systems wird es auch notwendig sein, über eine Ausweitung zu diskutieren, mögliche Harmonisierungen zu prüfen und sich allgemein weiter mit dem hochaktuellen Thema Warnungen zu beschäftigen. In diesem Sinne kann IFKIS-Hydro durch seine Anlehnung an IFKIS vielleicht auch einen Weg aufzeigen, wie durch Einbezug und Zusammenarbeit aller massgebenden Personen und Institutionen schweizweit ein erfolgreiches Warnsystem aufgebaut werden kann. Erste Anstrengungen wurden von MeteoSchweiz, BAFU und SLF im Rahmen des Projektvorschlag «Gemeinsame Informationsplattform Naturgefahren» unternommen.

Dank

Das Projekt IFKIS-Hydro konnte bereits 2004 und somit vor dem lehrreichen Hochwasserjahr 2005 gestartet werden, was nicht zuletzt der Weitsicht der Auftraggeber zu verdanken ist. Das Projekt IFKIS-Hydro wurde durch den Kanton Wallis initiiert und unterstützt. Ein spezieller Dank geht an die kantonalen Ämter «Service des routes et des cours d'eau» und «Service des forêts et du paysage» sowie an die Gemeinden und ihre Vertreter in den Pilotgebieten.

Die Arbeiten im Linthgebiet wurden durch den Kanton Glarus und in speziellem Masse durch die Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen unterstützt. Auch hierfür danken wir herzlich.

Literatur

Bründl, M., Etter, H.-J., Steiniger, M., Klingler, Ch., Rhyner, J., and Ammann, W.J. 2004: IFKIS – a basis for managing avalanche risk in settle-

ments and on roads in Switzerland. Natural Hazards and Earth System Sciences, 4, 257–262.

Gächter, M., 2007: Hochwasserprognose und Hochwasserwarnung bei der Linth, Kanton Glarus. FAN-Agenda 1/07. www.fan-info.ch

Graf, C., Badoux, A., Dufour, F., Fritschi, B., McArdell, B., Rhyner, J., Kuntner, R., Teysseire, Ph., Béroud, D., Nigg, U. «Alarmsystem für Wildbäche – Beispiel Illgraben». Wasser Energie Luft, Jg. 99, Nr. 1/2.

Kienholz, H., Zeilstra, P., Hollenstein, K., 1998: Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko. Bern: BUWAL.

Raboud, P.-B., J. Dubois, J.-L. Boillat, 2001 : Projet Minerve – Modélisation de la contribution des bassins d'accumulation lors de crues en Valais. Wasser Energie Luft, Jg. 93, Nr. 11/12: 313–317.

Romang, H., Barandun, J., Roth, H.U., Guler, A., Fischer, M., Wilhelm, C., 2006: Die Interventionskarte – Von der Gefahrenkarte zum Einsatz im Ereignisfall. Bündnerwald Jg. 59, 6: 71–76.

Schmid, F., Fraefel, M., Hegg, Ch., 2004: Unwetterschäden in der Schweiz 1972–2002: Verteilung, Ursachen Entwicklung. Wasser Energie Luft, Jg. 96, Nr. 1/2: 21–28.

Seiler, J., Bumann, D., 2007: Notfallplanung Hochwasser im Kanton Wallis, EDV-Tool für Gemeinden. FAN-Agenda 1/07. www.fan-info.ch

Zappa, M., Pos, F., Strasser, U., Warmerdam, P., Gurtz, J. 2003. Seasonal water balance of an Alpine catchment as evaluated by different methods for spatially distributed snowmelt modelling. Nordic Hydrology 34: 179–202.

Zappa, M., Rhyner, J., Gerber, M., Egli, L., Stöckli, U., Hegg, C., 2006. IFKIS-Hydro MountainFloodWatch – Eine endbenutzerorientierte Plattform für Hochwasserwarnung, in: Risikomanagement extremer hydrologischer Ereignisse, Beiträge zum Tag der Hydrologie 2006, 22.–23. März 2006. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 15, 2, 189–200.

Anschrift des Verfassers

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung WSL/SLF
Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos-Dorf
Tel. +41 81 417 03 61
romang@slf.ch, www.slf.ch, www.wsl.ch