

**Zeitschrift:** Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Energie-Geowissenschaftlern; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie

**Band:** 23 (2018)

**Heft:** 1

**Artikel:** Herausforderungen bei Monitoring und Frühwarnung grosser Massenbewegungen

**Autor:** Frank, Stephan / Gander, Pierre / Rovina, Hermann

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-832389>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Herausforderungen bei Monitoring und Frühwarnung grosser Massenbewegungen

Stephan Frank<sup>1</sup>, Pierre Gander<sup>2</sup>, Hermann Rovina<sup>3</sup>

## 1 Einleitung

Das sehr seltene Ereignis am Pizzo Cengalo bietet Anlass, die Vorgehensweisen beim Monitoring und der Frühwarnung zu überdenken und allfälliges Verbesserungspotenzial zu erkennen. Dieser Artikel soll aufzeigen, was man in prinzipieller Weise fachlich aus dem Ereignis bezüglich Monitoring lernen kann und soll. Der Artikel hat nicht den Anspruch, die heutigen Möglichkeiten von Monitoring- und Frühwarnsystemen darzustellen; dazu sei z.B. auf [1] und andere Fachliteratur verwiesen.

## 2 Monitoring und Frühwarnung

### 2.1 Grundsätzliches zum Monitoring

Das grundsätzliche Vorgehen bei Monitoring (MO) und Frühwarnung (FW) und die entsprechenden Verantwortlichkeiten werden u. a. in folgenden Publikationen erläutert:

- [1] *Praxishilfe für den Einsatz von Frühwarnsystemen für gravitative Naturgefahren*; WSL-SLF, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, 2015
- [2] *Schutz vor Massenbewegungsgefahren*, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren; Bundesamt für Umwelt BAFU, 2016

Im Schlusskapitel wird zudem folgende Publikation referenziert:

- [3] *Gefahrenprävention und Verantwortlichkeit auf Wanderwegen*, Leitfaden, Vollzugshilfe Langsamverkehr Nr. 15; Bundesamt für Strassen ASTRA, Schweizer Wanderwege, 2017 (wurde im Juni 2017 Gemeinden und Kantonen zugestellt)

### 2.2 Vorhandenes Monitoring im Fall Pizzo Cengalo / Bondo

Das genaue Dispositiv des Monitorings und die entsprechenden Verantwortlichkeiten sind uns im Detail nicht bekannt. Wegen praktisch andauerndem Stein- und Blockschlag wurde der Verbindungsweg von der Sciora- zur Sasc Furä-Hütte im Sommer 2011 gesperrt. Nach dem Bergsturzereignis vom 27. Dezember 2011 (ca. 1.5 Mio. m<sup>3</sup> aus der Nordostflanke) wurden periodische, auf Forschungszwecken ausgerichtete Messungen am Pizzo Cengalo mittels terrestrischer Radarinterferometrie und Laser-Scanning u.a. durchgeführt, um den Mechanismus des Bergsturzes und mögliche Effekte des Permafrosts zu untersuchen. Aufgrund der jährlichen Messungen 2012 bis 2015 waren klare Bewegungen grosser Felsmassen erkennbar (einige cm/Jahr). Zwischen 2015 und 2016 wurden erhöhte Bewegungsraten festgestellt; die letzte Messung am 27. Juli 2017 zeigte eine weitere Beschleunigung an.

Daraufhin wurden am 14. August die im Jahre 2015 erstellten Warntafeln mit dem Hin-

<sup>1</sup> Dr. von Moos AG, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich

<sup>2</sup> Dr. Heinrich Jäckli AG, Schmiedgasse 92, 6438 Ibach-Schwyz

<sup>3</sup> Rovina+Partner AG, St. Martinistrasse 3, 3930 Visp

weis auf die erhöhte Gefährdung durch einen grossen Fels- oder Bergsturz ergänzt (Ereignis «in den kommenden Wochen und Monaten» möglich). Das Val Bondasca und der Weg zur Sciorahütte blieben frei zugänglich. Am 21. August ereignete sich ein grosser Felssturz aus der Nordwestflanke (ca. 0.1 Mio. m<sup>3</sup>). Am Morgen des 23. August 2017 geschah der grosse Bergsturz aus der Nordostflanke (ca. 3.1 Mio. m<sup>3</sup>), der den sofortigen Tod von 8 Bergwanderern auf dem Weg von der Sciorahütte in das Val Bondasca zur Folge hatte.

### 2.3 Überwachungsstufe

Im Jahr 2012 erreignete sich aus den Ablagerungen des Bergsturzes von 2011 ein Mur-

gang, welcher bis Bondo gelangte. In der Folge wurde ein Monitoring bzgl. der Murganggefährdung für das Dorf Bondo und die Kantonsstrasse installiert, welches gemäss [2] der Stufe 4 (Murgang-Alarmanlage mit automatischer Sperrung der Kantonsstrasse) entsprach. Kleinere Sturzeignisse, deren Häufung oft Vorbote eines erwarteten Grosabbruchs ist, wurden von instruierten Personen optisch und akustisch dokumentiert und rapportiert. Dies entspricht Stufe 2 bis 3 gemäss Tabelle 1. Bezüglich grossen Sturzeignissen kann man die wissenschaftlichen, dem Kanton zur Verfügung gestellten Messungen als Stufe 1 («Prozessverständnis verbessern, Gefahrenbeurteilung») einstufen. Eine Überwachung der Stufe 2 («generelle Entwicklung periodisch verfolgen bzw. über-

Stufe	Ziel, Art	Erhebungshäufigkeit
1.	Prozessverständnis verbessern, Gefahrenbeurteilung	einmal bis mehrmals
2.	Prozessentwicklung verfolgen, bzw. überwachen	periodisch*
3.	Früherkennung, Warnsystem**	periodisch*, häufig
4.	Permanente Überwachung, Alarmsystem**	permanent***

\* Mögliche Intervalle bei periodischen Messungen: Tage, Monate, Jahr, (Jahre). Die Intervalle können regelmässig oder unregelmässig sein. In bestimmten Situationen kann ein vorgegebenes Messintervall verkürzt werden (nach Niederschlägen, Unwettern, usw.).

\*\* Frühwarnsysteme umfassen Warnsysteme und Alarmsysteme (engl. Early Warning System). Sie sind Teil eines Sicherheitskonzepts.

\*\*\* Permanente Überwachung und Echtzeitübertragung für die Alarmierung (Alarmsysteme). Eine permanente Überwachung mit schneller Übertragung («Echtzeit», «Real time») braucht es insbesondere dann, wenn ein spontanes Versagen möglich ist. Prinzipiell können dabei der Erstprozess («first move», z. B. Felssturz) und/oder der Zweitprozess («second move», z. B. Murgang) überwacht werden.

Tab. 1: Stufen der Überwachung (aus BAFU 2016).

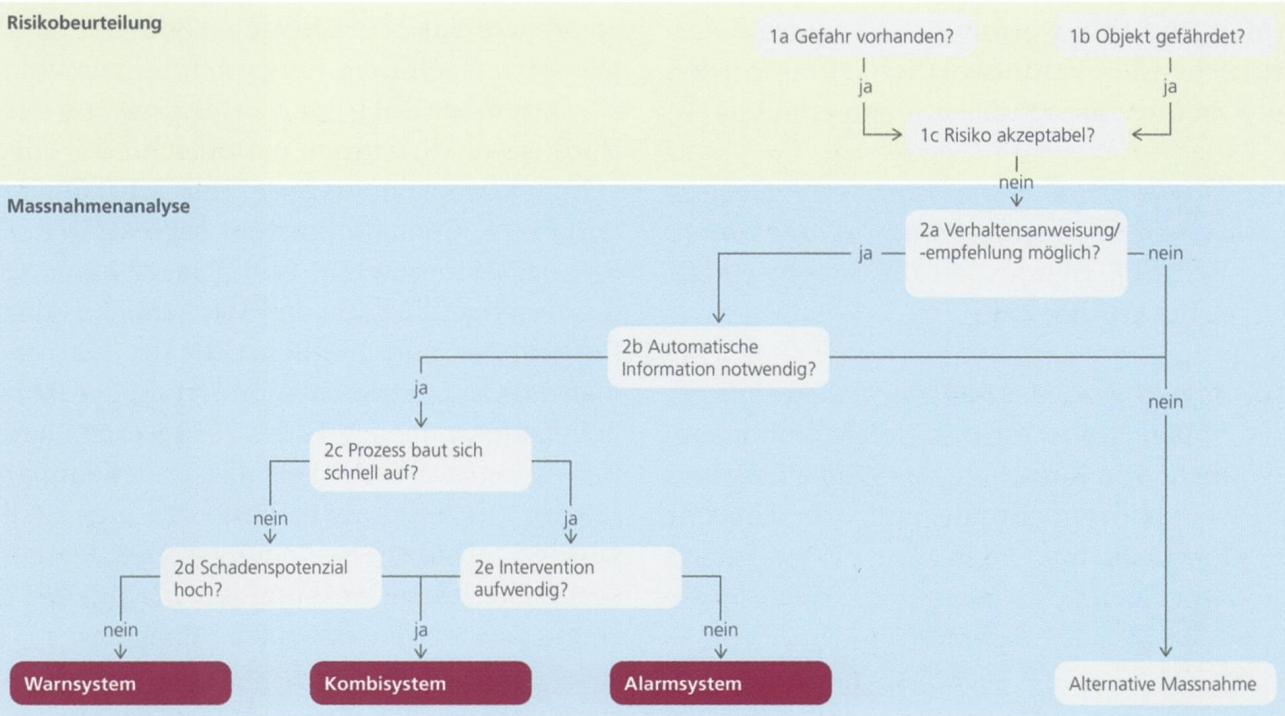


Fig. 1: Entscheidungsdiagramm für die Wahl des FWS-Typs (aus BABS 2015).



wachen») war in diesem Sinne nicht eingerichtet, obwohl die wissenschaftlichen Messungen eine gewisse Periodizität hatten. Bezüglich Gefahren durch grosse Sturzprozesse (Bergsturz) war daher gemäss [1] der Weg «alternative Massnahme» in Form der Information der Berggänger mittels der Warntafeln gewählt worden (Fig. 1).

### 3 Folgerungen

Es ist unbestritten, dass Monitoringmassnahmen immer zwei Zwecke erfüllen sollen: Sie dienen der Frühwarnung, aber auch der Verbesserung des Prozessverständnisses. Dies impliziert, dass das **Monitoringsystem laufend entsprechend dem erweiterten Prozessverständnis angepasst werden muss**, um die Frühwarnung zu verbessern und um längerfristig ein der lokalen Gefährdung angepasstes, möglichst Nutzen/Kostenoptimiertes System zu erhalten. Umgekehrt resultiert aus diesem Vorgehen auch eine Verbesserung der Risikobeurteilung.

Der **Redundanz des Monitoringsystems** ist eine hohe, objektspezifische Beachtung zu schenken. Je nach Prozess resp. den erwarteten Prozessketten ist ein möglichst redundantes System mit vielen einfachen, kostengünstigen Messinstallationen und geringerer Messgenauigkeit oft besser erreichbar, als mit wenigen teuren Messsystemen mit sehr hoher Datenpräzision.

Beim Monitoring hinsichtlich **Frühwarnung** sind in erster Linie prozessspezifische, der lokalen Situation angepasste Definitionen von Schwellenwerten resp. Eskalationsstufen entscheidend. Die stufengerecht zu definierenden Entscheidungsträger resp. -gremien müssen mit einem klaren Pflichtenheft bedient werden. Das generell etablierte Naturgefahrenmanagement der Kantone bildet dabei die Ausgangsbasis für das Vorgehen, ist aber unbedingt auf den Einzelfall abzustimmen. Die Organisation der Früh-

warnung muss zudem klare fallspezifische Kriterien beinhalten, ab welcher Eskalationsstufe Naturgefahrenfachleute beizuziehen und wie diese in die Entscheidungen z.B. eines Gemeindeführungsstabs integriert sind.

Die Prozessszenarien und das durch diese Szenarien gefährdete Schadenpotenzial definieren Art und Umfang der Überwachung. Der daraus abgeleitete **Beobachtungsperimeter bestimmt** die notwendige **Organisation der Frühwarnung sowohl personell wie materiell**. Es müssen unbedingt Personen mit Lokalkenntnissen eingebunden werden (z.B. Naturgefahrenbeobachter), die eine klar definierte Aufgabe mit entsprechenden Pflichten (Beobachtung, Dokumentation und Meldung) erfüllen. Diese Funktionen sollten redundant besetzt sein; zudem muss sichergestellt werden, dass bei Ausbleiben der Meldungen das Vorgehen für den Meldeempfänger geklärt ist. Die lokalen Beobachter sind hinsichtlich der fallspezifischen Probleme adäquat zu schulen, damit sie nicht vorhergesehene Situationen erkennen und entsprechend melden können. Die eingesetzten Personen müssen für die Erfüllung ihrer Aufgaben sich die dafür notwendige Zeit nehmen können.

Die **fallspezifische Definition der Eskalationsstufen** muss den dynamischen Aspekten des Prozessablaufs unbedingt Rechnung tragen. Besteht das Monitoring aus Beobachtungen und Messungen muss in nachvollziehbarer Weise definiert werden, wer, wie diese Daten interpretiert und welche Entscheide daraus abgeleitet werden. Der Fall Bondo zeigt, dass die laufende Veränderung der Gefahrensituation, die aus gemessenen Bewegungen sowie visuellen, akustischen und weiteren Beobachtungen (Stein- und Blockschlagaktivität, Temperatur- und Niederschlag, Felssturz 2 Tage vor dem Hauptabsturz) abgeleitet werden kann, insbesondere bei sehr seltenen Prozessen eine grosse Herausforderung darstellt.

## 4 Empfehlungen

Hinsichtlich der **Früherkennung von grossflächigen Bewegungen** (Rutschungen, instabile Felspartien etc.) ist die Auswertung der dem Bund zur Verfügung stehenden INSAR-Daten sowie weiterer Flächenbeobachtungen (LIDAR-Daten etc.) durch entsprechende Naturgefahrenfachleute zeitnah erforderlich. Es geht um die Früherkennung von potenziellen Gefahrengebieten im Sinne von Gefahrenhinweiskarten. Daraus kann eine erste Einschätzung erfolgen; entsprechende Arbeiten sind in einigen Kantonen angelautet.

**Monitoringsysteme** sollen möglichst **einfach**, aber prozessspezifisch **zielführend** erstellt werden. Der **Redundanz** (Anzahl Messstellen, unabhängige Messgrößen, etc.) muss die notwendige Beachtung geschenkt werden. Dies gilt auch für in die Überwachung eingebundene Beobachtungspersonen etc. Bei der Frühwarnung und Alarmierung muss dieser Grundsatz auch für die Entscheidungsgremien gelten.

Die **Definition von dynamische Schwellenwerten** und die daraus zwingend abzuleiten-

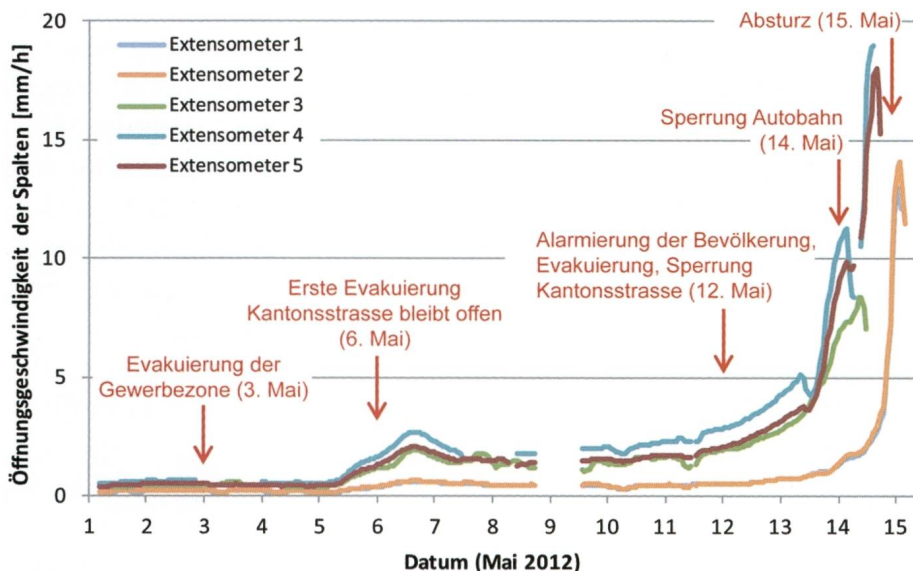


Fig. 2: Alarmsystem im Rutschgebiet Preonzo, Kt. Tessin. Die Extensometer 1-5 wurden in der Anrisszone installiert und zeigen die Beschleunigung zwischen dem 5. und 15. Mai 2012. (Quelle: Löw [ETHZ] und Valenti [Kanton Tessin], 2014, persönliche Mitteilung; Daten der Extensometer: Amt für Wald, Kanton Tessin).

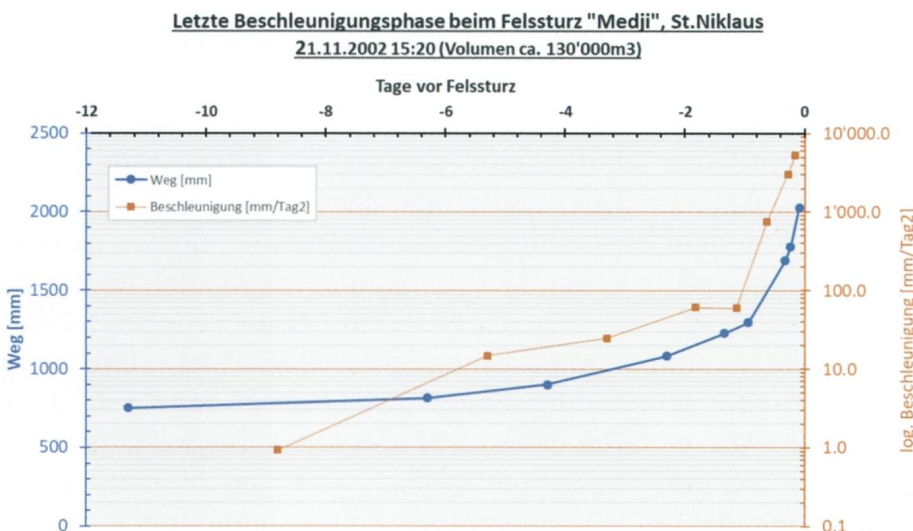


Fig. 3: Bewegungsvektor und Beschleunigung eines Reflektor-Messpunktes in der Endphase des Felssturzes Medji, St. Niklaus VS (Rovina+Partner AG).



den Anpassungen / Erweiterungen des Monitorings und der Frühwarnung sind prozess- und ortsspezifisch vorzunehmen. Dies ist **entscheidend für eine adäquate Reaktionsfähigkeit der Verantwortlichen bei der Eskalation eines Ereignisses**. Dies bedingt eine klare, auch im Ereignisfall funktions-tüchtige Datenerfassung und -übermittlung sowie gegebenenfalls Alarmierung (z.B. SMS an stufengerecht vordefinierten Personenkreis). Je nach Situation sind hierbei auch Mehrfachereignisse und allenfalls auch die Überforderung des Überwachungsdispositivs wie z.B. der Zusammenbruch der (Daten-)Kommunikation zu berücksichtigen. Ebenfalls ist eine geordnete Deeskalation vorzusehen. Häufig kann das Verhalten einer Felsmasse durch Aufzeichnen der Beschleunigung von Bewegungsvektoren besser beurteilt werden, als wenn nur die Wegänderung eines Messpunktes angeschaut wird. Dies soll mit den zwei Beispielen Preonzo (Felssturzmasse ca. 300'000 m<sup>3</sup>) im Tessin und Medji (Felssturzmasse ca. 130'000 m<sup>3</sup>) im Wallis veranschaulicht werden.

Die **stufengerechte Einbindung von Naturgefahren-Spezialisten** ist fallspezifisch vorgängig zu planen, damit z. B. Gemeindeverantwortliche sachgerecht reagieren können.

Unter den Aspekten der **Wegsicherungspflicht** und der **Eigenverantwortung** von Wanderern gilt gemäss [3] der Grundsatz, dass eine aufmerksame Person vor nicht offensichtlichen Gefahren (sogenannten Fallen) geschützt werden muss. Bei einer Eskalation eines Gefahrenprozesses, der von Laien nicht à priori erkannt werden kann, stellt sich bei einem Ereignis wie am Pizzo Cengalo daher die Frage, ob die reine Informationsverfeinerung (Ereignis «in den kommenden Wochen und Monaten» möglich) aufgrund der Messungen und Beobachtungen sowie der Sturzmodellierung Bergsturz im Sinne einer Appellation an die Eigenverantwortung genügt. Im Falle von flächenhaft zu erwartenden Naturereignissen wird für Berg-

wanderwege (rot-weiss) empfohlen, die Situation unter Beizug einer Fachperson Naturgefahren zu beurteilen und den Weg allenfalls vorsorglich zu sperren. In [3] wird unter dem Kapitel 7.5. «Signalisation von Gefahren und Wegsperrungen» folgende Aussage gemacht (Zitat):

*In Ausnahmefällen kann es wie erwähnt (Ziffer 7.2) auch zweckmässig sein, am Ausgangspunkt einer Wanderung mit einer Warntafel auf besondere, für die Wegkategorie atypische oder unerwartete Schwierigkeiten aufmerksam zu machen. Bei akuter, unmittelbar drohender Gefahr für die Wegbenutzer ist die blossе Signalisation der Gefahr in der Regel aber nicht ausreichend. Der Weg muss vielmehr gesperrt werden.*

Das Ereignis am Pizzo Cengalo liegt sozusagen im Spannungsfeld dieser Aussage und mahnt an, sich in ähnlichen Situationen der möglichen Komplexität eines Ereignisses hinsichtlich dessen Kausalität, Ausmasses, Dynamik und Prozessverkettungen bewusst zu sein.

