Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie

Band: 5 (2000)

Heft: 1

Artikel: Ursachenanalyse der Hanginstabilitäten 1999

Autor: Ottiger, Robert / Gruner, Ueli / Bollinger, Daniel

Kapitel: Felssturzgefahr Chapf-Blattenalp (Innertkirchen, BE)

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-222274

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: 13.07.2025

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

Bull. angew. Geol.	Vol. 5	Nr. 1	S. 99–104	September 2000

Felssturzgefahr Chapf - Blattenalp (Innertkirchen, BE)

mit 2 Figuren

ROBERT OTTIGER *, UELI GRUNER *, DANIEL BOLLINGER *

Zusammenfassung

Zwei instabile Felspartien von total rund 275'000 m³ Volumen werden seit 1951 periodisch überwacht. Sie gefährden die Grimselstrasse sowie Installationen der Kraftwerke Oberhasli. Nebst der Sturzgefahr besteht auch die Gefahr eines Rückstaus der Aare südlich von Innertkirchen (Berner Oberland). In den letzten 10 Jahren haben die Öffnungsgeschwindigkeiten längs der Hauptspalten erheblich (im Durchschnitt um 4 – 5 cm/Jahr), im Frühjahr 1999 markant (ca. 15 mm/Monat) zugenommen. Die Beschleunigung der Bewegungen im letzten Frühjahr korreliert deutlich mit dem ausserordentlichen, witterungsbedingten Wassereintrag in den Untergrund (niederschlagsreiches Winterhalbjahr 1998/99).

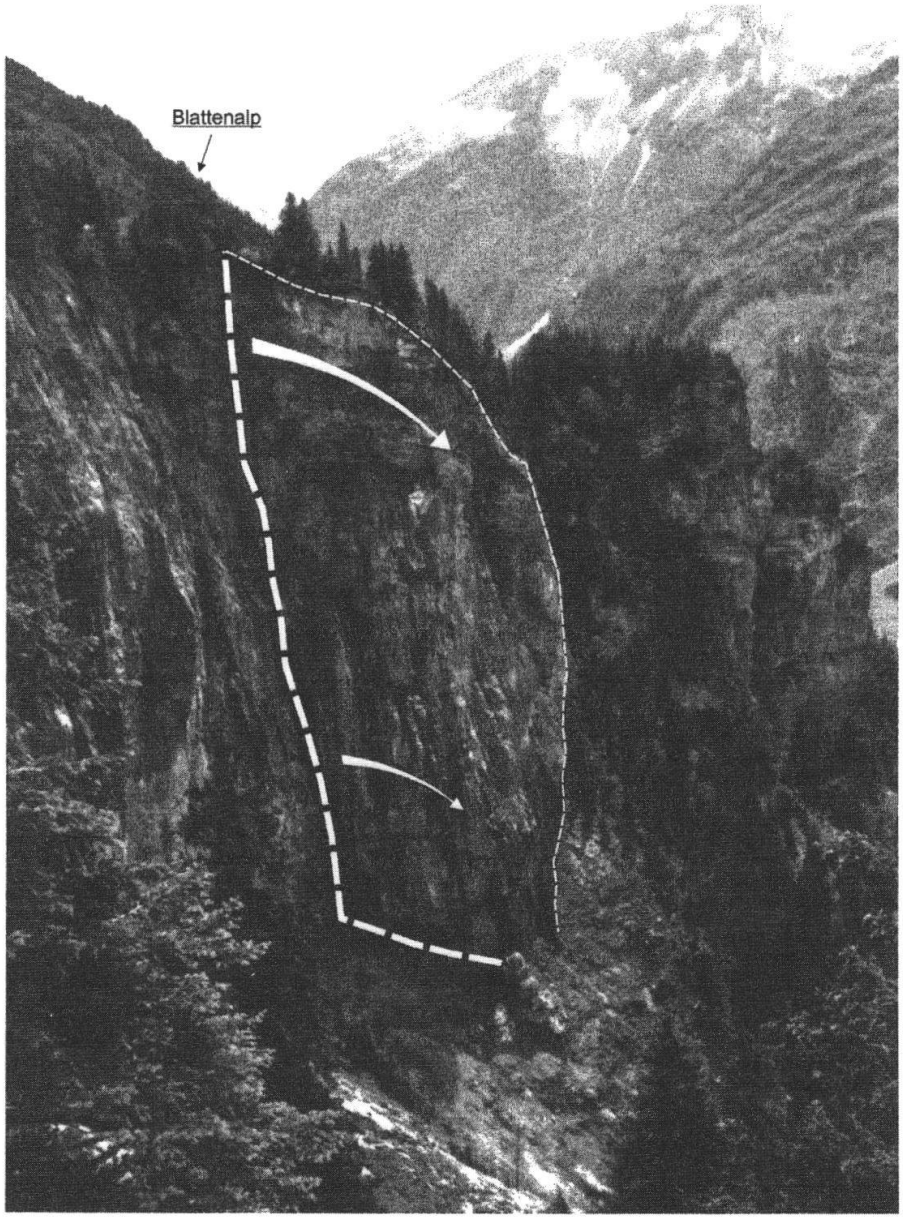
1. Ereignis

1.1 Ausgangssituation

Periodische Abbrüche (Stein- und Blockschlag) sowie eine erhebliche Felssturzgefahr führten dazu, dass zwei instabile Felspakete oberhalb der Grimselstrasse seit 1951 (dem ausserordentlich schneereichen Winterhalbjahr 1950/51 folgend) periodisch überwacht werden. Die beiden unmittelbar aneinander grenzenden Felsmassen befinden sich rund zwei Kilometer südlich von Innertkirchen auf der orographisch rechten Talseite des Haslitales zwischen 1'400 und 1'600 m ü. M. (Koord. ca.: 662'500/171'550). Anhand von Spalten lassen sich die beiden absturzgefährdeten Felspartien räumlich sehr gut definieren: Es handelt sich dabei um ein kleineres, südlicheres von rund 25'000 m³ sowie ein nördliches Felspaket von rund 250'000 m³. Die Begrenzung des nördlicheren der beiden instabilen Felspakete lässt sich der Figur 1 entnehmen. Dass sich die Bewegungen nicht nur auf die Hauptspalten bzw. die obgenannten zwei Felspakete beschränken, daraufhin weisen die Geländeformen (Nackentälchen) auf der oberhalb der instabilen Felsmassen liegenden Blattenalp, wo in jüngster Zeit zudem neu entstandene Sekundärspalten beobachtet werden können.

Die Überwachung der instabilen Felsmassen bestand und besteht zum Teil auch heute noch darin, in regelmässigen Abständen manuell Verschiebungsmessungen

* Kellerhals + Haefeli AG, Kapellenstrasse 22, 3011 Bern



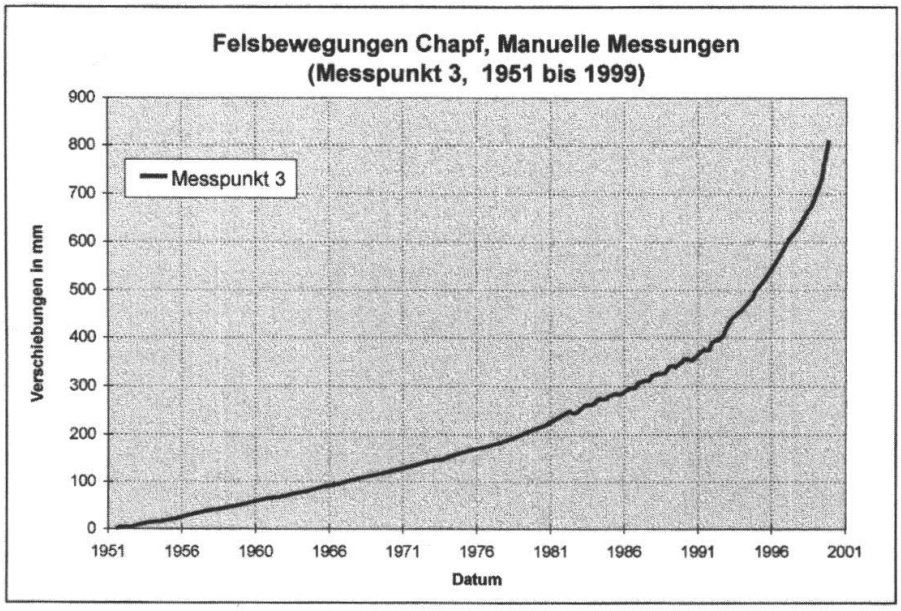


Fig. 1:
Absturzgefährdete Felspartie (Blick in Richtung S). Das Zeit-Deformationsdiagramm zeigt die Entwicklung der Spaltenöffnung längs des Hauptabrissrandes zwischen 1951 (Beginn der Messungen) und 1999.

an den wichtigsten Spalten vorzunehmen. Nachdem sich zu Beginn der 90er Jahre die Bewegungen merklich beschleunigt haben, wurden die Messintervalle verkürzt und die Felspakete an zusätzlichen Messpunkten überwacht (u.a. auch mit geodätischen Präzisionsmessungen von der gegenüberliegenden Talseite aus). Anlässlich einer routinemässigen Kontrolle wurde im Frühjahr 1999 wiederum eine markante Zunahme der Spaltenöffnungsgeschwindigkeiten von bis zu 3 cm pro Monat festgestellt. Seit Beginn der Messungen hatte sich eine der Spalten um rund 80 cm geöffnet, wovon 45 cm alleine in den letzten 10 Jahren und rund 14 cm im Jahre 1999. Aufgrund dieser Entwicklung muss - zumindest beim kleineren Felspaket - in näherer Zukunft, d.h. in den nächsten Jahren, mit einem Felsturz gerechnet werden.

2. Disposition

2.1 Grunddisposition: Geologischer Kontext

Bei den instabilen Felspaketen handelt es sich um Teile des sogenannten Pfaffenkopf-Keils, einer ins kristalline Aarmassiv eingefalteten Abfolge von parautochthonen Sedimenten, die u.a. den markanten Eckpfeiler des Pfaffenkopfs südöstlich von Innertkirchen sowie die steilen Felswände im Bereich Blattenalp-Chapf bilden. Die am Chapf bis zu 140 m hohe, subvertikale (lokal überhängende) Felswand besteht im bis zu 100 m mächtigen, zentralen Teil, vorwiegend aus massigem Quintner Kalk (Malm). Im Grenzbereich zum Kristallin sind geringmächtige Dogger- und Triasgesteine aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um Mergelschiefer (Aalénien) sowie Dolomit (Rötidolomit). Allgemein sind die Gesteine intensiv verfaltet. Die Schichtung ist relativ ausgeprägt und fällt sehr flach mit 5 – 15 Grad gegen ESE zu ein. Das Gestein ist stark zerklüftet, wobei zwei Hauptkluftsysteme unterschieden werden können: Ein subvertikales Kluftsystem verläuft annähernd parallel zur Talflanke. Es handelt sich um die durch Gebirgsentlastung entstandene, das Gebirge tief durchtrennende Talklüftung. Ein zweites Kluftsystem fällt subvertikal gegen SE, also ± quer zur Achse des Haslitals ein.
Vor allem die Talklüfte sind im oberen Teil der Felswand, d.h. im Bereich der Blattenalp, zum Teil als eindrückliche Spalten ausgebildet. Die Hauptspalten klaffen in diesem Bereich momentan bis zu 3 m auseinander. Die bedeutendsten Klüfte ziehen bis an den Fuss der Felswand, um sich in den darunterliegenden, weniger kompetenten Mergelschiefern in Form eines verästelten Netzes feiner Trennflächen zu verlieren. Die zunehmende Entfestigung des Fusses der Felswand ist an Rissen ersichtlich, die vor wenigen Jahren nur als Haarrisse sichtbar waren und jetzt zu Rissen und Spalten ausgeweitet sind.

2.2 Variable Disposition und auslösende Ereignisse

Schon zu Beginn der 90er Jahre konnten aufgrund der Intensivierung der Messtätigkeit saisonale Schwankungen der Spaltenöffnungsgeschwindigkeiten festgestellt werden. Die grössten Bewegungen wurden dabei generell im Frühjahr gemessen. Die Vermutung, dass es sich dabei um eine witterungsbedingte (Niederschläge, Schneeschmelze) Beschleunigung der Spaltenöffnungen handelt, wurde im Frühjahr 1999 eindrücklich erhärtet. In Figur 2 sind die Bewegungen der Messpunkte 3 (kleines Felspaket) und 4 (grosses Felspaket) sowie die Niederschlagsdaten der SMA-Station Meiringen vom März 1998 bis Februar 2000 aufgetragen. Da-

raus lässt sich eine gute Übereinstimmung zwischen den ausserordentlichen Niederschlägen in der ersten Jahreshälfte 1999 sowie der Zunahme der Spaltenöffnungsgeschwindigkeiten herleiten. Vor allem die Bewegungen des kleinen Felspakets zeigen eine ausgeprägte Korrelation. Eine deutliche Zunahme der Deformationen setzte im Mai 1999 ein.
Anfangs Mai erreichte die Schneeschmelze den bisherigen Höhepunkt des Jahres 1999, was sich auch in etwa einer Verdoppelung der Zuflüsse in den Brienzersee manifestierte. Das Hauptgewicht der Schneeschmelze lag zwischen ca. 1400 – 2000 m ü.M., also im Bereich der instabilen Felspartien. Im darüber liegenden hydrologischen Einzugsgebiet in der Westflanke des Bänzlauistocks (2530 m ü.M.) dürfte die Schneedecke weitgehend durchnässt gewesen sein. Zusätzlich zur schneeschmelzebedingten Wassersättigung brachten ergiebige Niederschläge eine fortschreitende Destabilisierung des Untergrundes mit sich. So führten die äusserst ergiebigen Niederschläge vom 21. Mai 1999 (von Ortsansässigen wurden innert 24 h gegen 100 mm registriert) im ca. 4 km SE der Blattenalp auf derselben Talseite gelegenen Hostetbach (Gemeinde Guttannen) zu mehreren Murgängen.
Vermutlich führten die ebenfalls sehr ergiebigen, mit Tauwetter bis in höhere Lagen verbundenen Niederschläge Ende Februar 1999 bereits zu einer beginnenden Beschleunigung der Spaltenöffnungsgeschwindigkeiten. Deren genaue Zeitpunkt kann wegen fehlender Messungen im Winterhalbjahr 1998/99 jedoch nicht exakt festgelegt werden.
Die Rolle des Wassers als treibende Kraft der zunehmenden Bewegungen zeigte sich auch anhand von Feldbeobachtungen. Anlässlich einer Feldbegehung im Mai 1999 wurden an der Basis der instabilen Felspakete mehrere, bislang nie beobachtete Quellaustritte festgestellt, welche im Verlauf des Sommers wieder versiegten. Die Spaltenöffnungsgeschwindigkeiten waren zu diesem Zeitpunkt bis zu fünfmal grösser als in der gleichen Zeitspanne des Vorjahres.
Ein Abflachen der Zeit-Deformationskurve ist beim kleinen Felspaket Ende Juni 1999, beim grossen bereits Mitte Juni feststellbar.

3. Gefahrenmanagement

3.1 Gefahrenanalyse

Aufgrund der bedrohlichen Zunahme der Bewegungen wurde 1999 eine umfassende Gefahrenanalyse durchgeführt. Es bestehen folgende Gefahrenpotenziale:

- *Felssturz*: Durch Kippen und - in geringerem Masse - Gleiten können maximal 275'000 m^3 Felsmaterial in das Gebiet Üssri Urweid abstürzen. Anhand einer Prognosekarte für den Felssturz-Prozessraum konnten die betroffenen Schadenpotenziale bestimmt werden. Bei einem Felssturz dieses Ausmasses sind nebst der Grimselstrasse, die im Extremfall mehrere Meter hoch mit Gesteinsmaterial eingedeckt würde, Installationen der Kraftwerke Oberhasli (Hochspannungsleitungen, Leitungsmasten), eine Standseilbahn, verschiedene Ställe und diverse Wege gefährdet.
- *Aarestau*: Bei einem Felssturz muss mit einem Aarestau im Gebiet Üssri Urweid gerechnet werden. Je nach Konfiguration des Dammes ist ein Dammbruch nicht auszuschliessen. Die Gefährdung der unterliegenden Gebiete in Innertkirchen ist jedoch gering, wie Flutwellenmodellierungen der VAW-ETHZ zeigten.

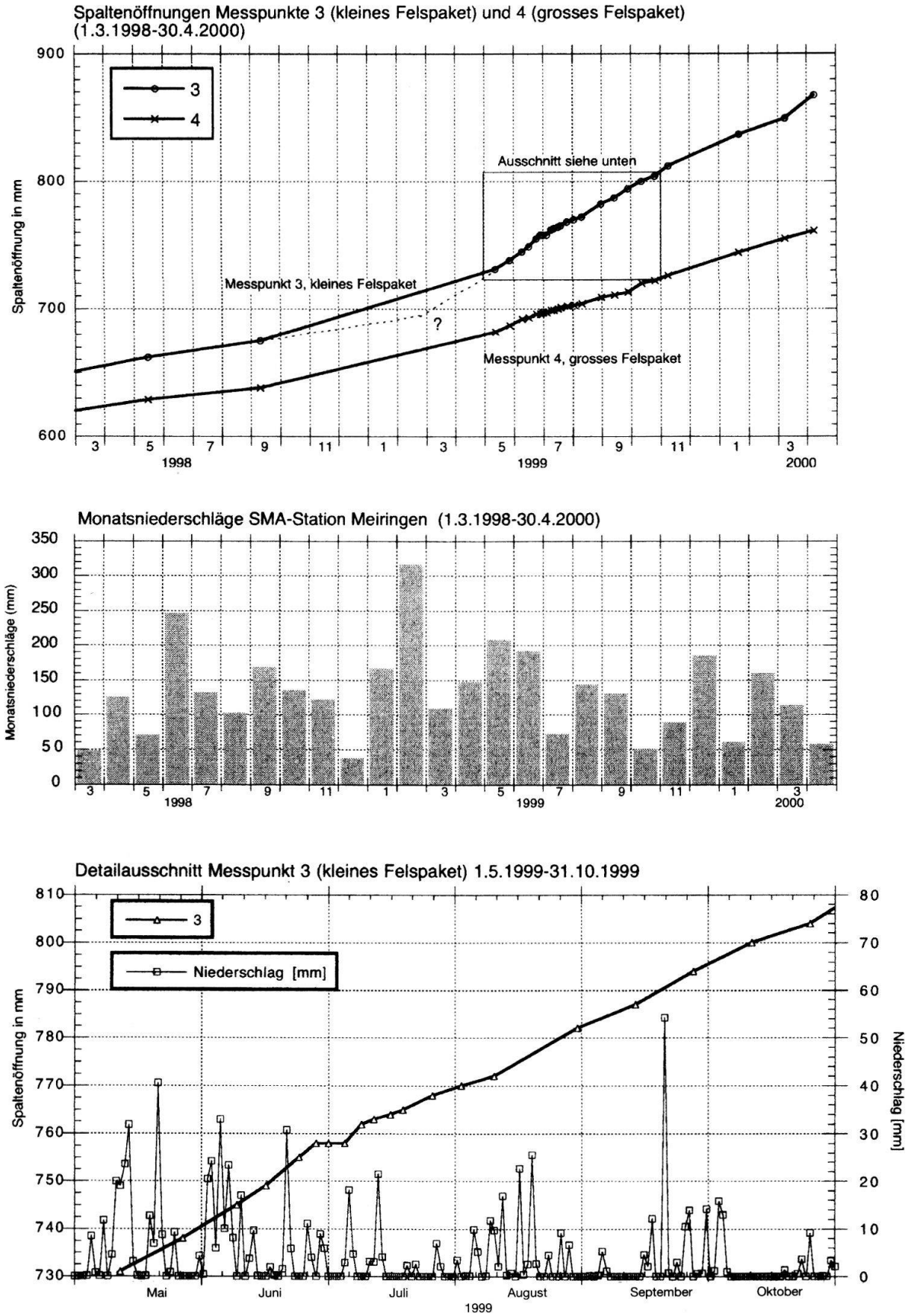


Fig. 2: Zeit-Deformationsdiagramme und Niederschläge der SMA-Station Meiringen (Frühling 1998 – Frühling 2000).

3.2 Sofortmassnahmen

Als wichtigste Sofortmassnahme wurde im Sommer 1999 auf den beiden absturzgefährdeten Felspaketen je eine Felssturzwarnanlage installiert. Mittels eines automatischen Messsystems mit Reissdrähten und Distanzmessern werden seither sowohl das kleine als auch das grosse Felspaket dauernd überwacht. Die Messungen werden direkt auf eine Signalsteuerung an der Grimselstrasse und von dort in die Zentrale der Kraftwerke Oberhasli (KWO) in Innertkirchen übertragen. Beim Überschreiten einer bestimmten Spaltenöffnungsgeschwindigkeit oder beim Reissen der Drähte wird die Grimselstrasse automatisch gesperrt und ein Alarm ausgelöst. Eine On-line-Überwachung garantiert, dass die Verantwortlichen jederzeit über die Entwicklung der Bewegungen orientiert sind.
Gleichzeitig wurde unter der Federführung des kantonalen Tiefbauamts (Oberingenieurkreis I) zusammen mit den zuständigen Gemeindebehörden (Gemeindeführungsorgane und Wehrdienste der Gemeinden Innertkirchen und Guttannen) sowie den kantonalen Instanzen und der KWO ein Einsatzplan für den Fall eines Felssturzes ausgearbeitet. Darin werden die im Alarmfall zu ergreifenden Massnahmen geregelt und den verschiedenen Instanzen klar definierte Zuständigkeitsbereiche zugewiesen. Diese reichen von der Absperrung der Gefahrenzone, Terrainbesichtigungen durch den Geologen, Auslösung allfälliger Rettungseinsätze, Organisation einer weiträumigen Umfahrung des Ablagerungsgebietes bis hin zu logistischen Einsätzen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit von Guttannen (im Winter, wenn die Zufahrt vom Wallis nicht möglich ist). Zur Verfeinerung der komplexen Abläufe wurden zusätzlich mehrere Arbeitsgruppen eingesetzt.
Im Verlaufe des Winters 1999/2000 wurde das potenzielle Ablagerungsgebiet und die möglichen Ablagerungsmächtigkeiten mittels Sturzbahnberechnungen auf einem GIS-basierten, digitalen Geländemodell detailliert erfasst. Dabei wurden auch genauere Angaben über Sprunghöhen, die kinetische Energie und Trefferwahrscheinlichkeiten ermittelt.
Damit kann eine differenzierte Beurteilung der Gefährdung der vorhandenen Schadenpotenziale erfolgen und im Talboden eine bessere Abschätzung der Ablagerungsverhältnisse nach einem Felssturz vorgenommen werden.
Die seit dem Sommer 1999 installierten, automatisierten Messeinrichtungen zeigen zudem folgende Witterungsabhängigkeiten:

- Einzelne Warmwetterphasen (Tauwetter) im Winter 1999/2000 hatten nur eine sehr geringe Auswirkung auf die Bewegungen der beiden Felspakete;
- Im Frühjahr 2000, als die Felswand wieder von der Sonne beschienen wurde, nahmen die Bewegungsraten am kleinen Felspaket zu. Nach erfolgter Schneeschmelze gingen sie trotz einer niederschlagsarmen Periode nicht wieder zurück.
- Aufgrund der Westexposition der Felswand sind bei stärkerer Sonneneinstrahlung insbesondere beim kleinen Felspaket Schwankungen der täglichen Bewegungen von bis zu 1 mm festzustellen.

4. Folgerungen

Die Felssturzgefahr Chapf-Blattenalp ist ein Beispiel für eine instabile, akut absturzgefährdete Felsmasse. Im fortgeschrittenen Zustand der Destabilisierung manifestieren sich relativ kurzfristige Systemänderungen (Witterungsverlauf 1. Halbjahr 1999) in deutlichen Änderungen des Bewegungsverhaltens.