

# Ein angekündigter Felssturz: geologische Überwachung und Instrumentierung des Felssturzes "Medji" bei St. Niklaus (Wallis)

Autor(en): **Ladner, Florentin / Rovina, Hermann / Pointner, Eric**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **130 (2004)**

Heft 27-28: **Felssturz**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108421>

## **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.

# Ein angekündigter Felssturz

Geologische Überwachung und Instrumentierung des Felssturzes «Medji» bei St. Niklaus (Wallis)

**Naturereignisse kündigen sich oft durch Vorzeichen an. So auch beim Felssturz oberhalb St. Niklaus im Wallis, wo zunehmender Steinschlag zur Einrichtung eines Frühwarnsystems führte. Dieses prognostizierte dann den grossen Felssturz vom 21. November 2002 so genau, dass das betroffene Gebiet rechtzeitig evakuiert werden konnte.**

Während der Unwetter im Herbst 2000 erfolgte im «Medji», oberhalb eines Weilers des Dorfes St. Niklaus im Nikolaital im Kanton Wallis (Bild 4), ein erster bedeutender Abbruch von mehreren 1000 m<sup>3</sup> Fels, wobei ein Grossblock von ca. 10 m<sup>3</sup> neben einem bewohnten Haus zum Stillstand kam. Das Gebiet wurde anschliessend zwar geologisch beurteilt, es wurden jedoch keine besonderen Massnahmen ergriffen.

Im Sommer 2002 meldeten lokale Bergführer eine zunehmende Stein- und Blockschlagaktivität aus diesem Sektor. Da an der Terrainoberfläche deutliche Anzeichen von starken Bewegungen sichtbar waren, wurde die Installation eines einfachen Überwachungssystems angeordnet, um die Gefährdung besser einschätzen zu können. Schon nach wenigen Folgemessungen war zu erkennen, dass sich die relativ grosse Felsmasse von ca. 200 000 m<sup>3</sup> mit 5–15 mm/Tag talwärts bewegte und dass damit eine latente Felssturzgefährdung existierte.

Mitte September 2002 mussten mehrere Grossblöcke durch eine Sicherheitssprengung entfernt werden. Obwohl dabei etliche 1000 m<sup>3</sup> Felsmaterial gesprengt wurden, blieb die Lage weiterhin kritisch. Ende Oktober 2002 wurde entschieden, eine ca. 60 m tiefe Sondierbohrung abzuteufen, um Aufschluss über aktive Gleitflächen, Gleitmechanismen, Wasserdrücke und die Lithologie zu erhalten und vor allem um den Tiefgang der Felsrutschung zu erkunden (Bild 1).

Nachdem die Sondierbohrung erstellt und instrumentiert worden war, erfolgte am 21. November 2002 um 15:20 Uhr ein grosser Felssturz von ca. 120 000 m<sup>3</sup>. Dabei wurden die meisten Messinstrumente und die Bohrung zerstört. Wenige Tage nach dem Abbruch

beruhigte sich die Steinschlagaktivität. Am verbleibenden ca. 60 m hohen Felskopf werden heute immer noch Verschiebungen von ca. 2 cm/Jahr gemessen. Diese Bewegungen sind zum grössten Teil auf die Fussentlastung zurückzuführen, die durch die bereits abgestürzten Felsmassen ausgelöst wurde.

## Gefährdung und Gefahrenmanagement

Von der Gefährdung unmittelbar betroffen waren ca. 120 Personen des Weilers «Ze Stalu» – südlich des Dorfes St. Niklaus – inklusive Wohngebäude und Werkstätten. Diverse Nebenstrassen und auch die rege befahrene Linie der Matterhorn-Gotthard-Bahn befanden sich auf einer Länge von ca. 800 m im Gefahrenbereich. Sturzbahnsimulationen zeigten, dass Blöcke auf der leicht bewachsenen Gehängeschuttunterlage ca. 60 s benötigen würden, um die Höhendifferenz von 600 m (mittlere Hangneigung ca. 32°) zwischen dem Ausbruchgebiet und den gefährdeten Objekten zurückzulegen.

Diese Erkenntnis und die relativ bedeutenden Felsbewegungen zwangen zu Sofortmassnahmen. Es wurde ein Evakuationsplan für die betroffene Bevölkerung ausgearbeitet, und ein in der Projektierungsphase stehender Schutzdamm (Forstprojekt «Schutzdamm Ze Stalu-Ze Schwiderne») wurde unmittelbar zur Ausführung gebracht. Gleichzeitig musste das einfache Messdispositiv am absturzgefährdeten Objekt zu einem effizienten Frühwarnsystem ausgebaut werden.

## Messdispositiv

Das Messdispositiv in Bild 3 wurde in 3 zeitlich abgrenzbaren Phasen laufend an die Situation angepasst: In der 1. Phase im Juli 2002 erfolgte nach einer ersten Beurteilung des Felskopfes durch den zuständigen Geologen die Installation eines oberflächlichen Messdispositivs, das hauptsächlich aus geodätischen Messpunkten (vom Geometer vermessene geodätische Reflektorpunkte) mit Messintervallen von 14 Tagen aufgebaut war. Nach der Sprengung im September 2002 kam in einer 2. Phase die visuelle und manuelle Rissüberwachung dazu, bei der mittels Messband die Klufftöffnungsweiten gemessen wurden. Das in der 3. Phase im September/Oktober 2002 eingerichtete automatische Frühwarnsystem umfasste neben den Oberflächenextensometern (Crackmeter) zur automatischen Rissüberwachung auch Neigungsmessgeber (Tiltmeter) zur automatischen Erfassung der Kippbewegung von instabilen Felsblöcken und der Felswand sowie ein Regenmessgerät

1

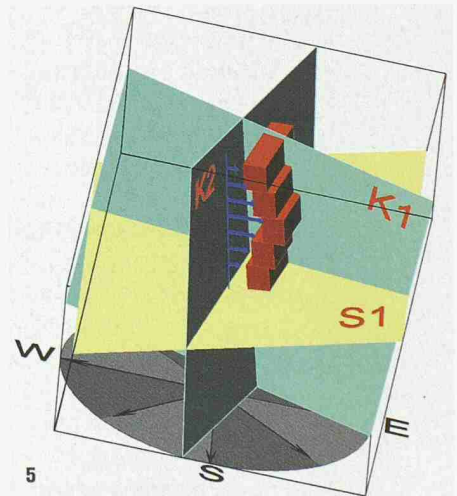
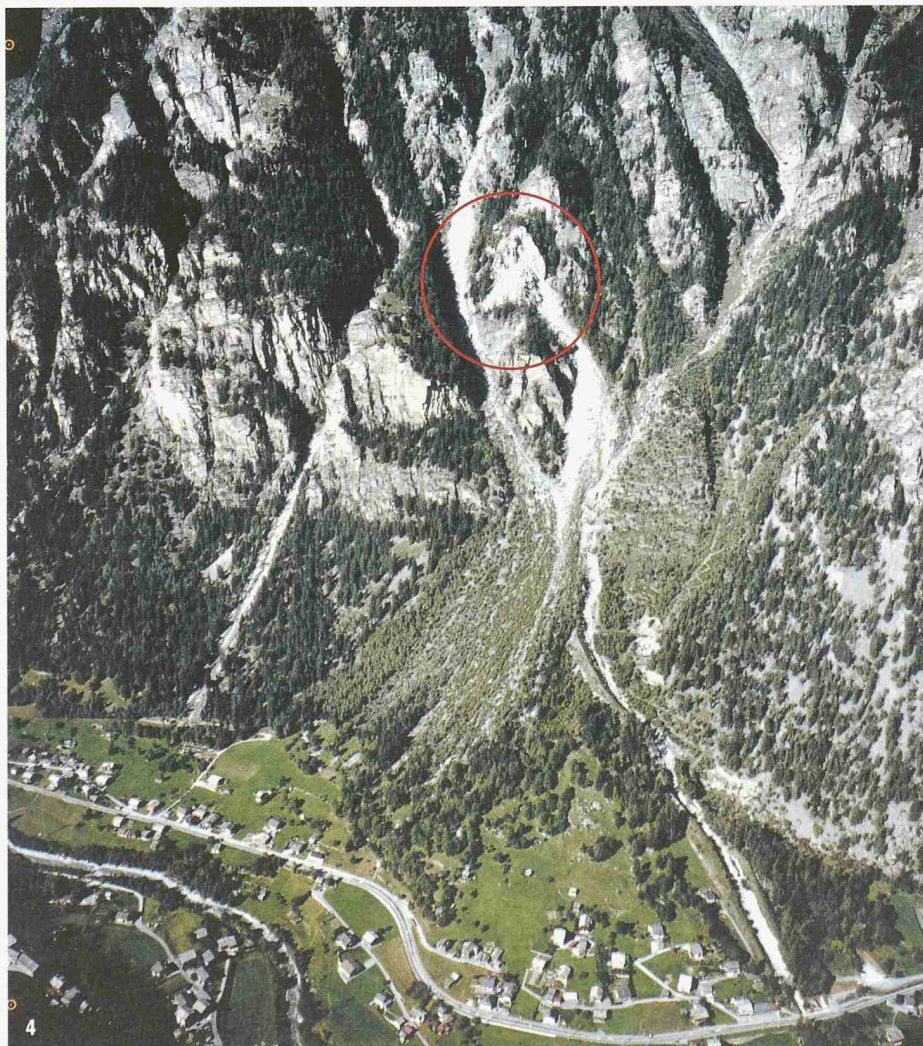
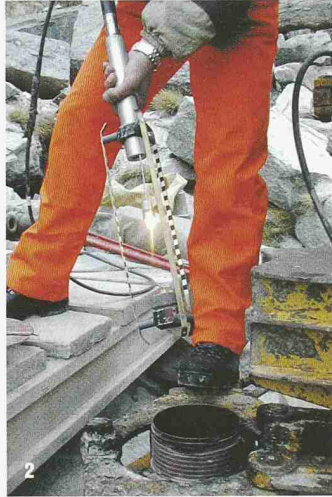
Installationsplatz zum Abteufen der Sondierbohrung mit eigens eingerichteter Plattform (Bilder: Stump ForaTec)

2

Axiale Bohrlochkamera mit externer Beleuchtung und speziellem Aufsatz zur groben Bestimmung von Streichen und Fallen von Trennflächen

3

Messdispositiv zur Überwachung des Felssturzes «Medji»: CM = Rissmessgeber; MS = Handmesspunkt; RP = geodätischer Reflektorpunkt

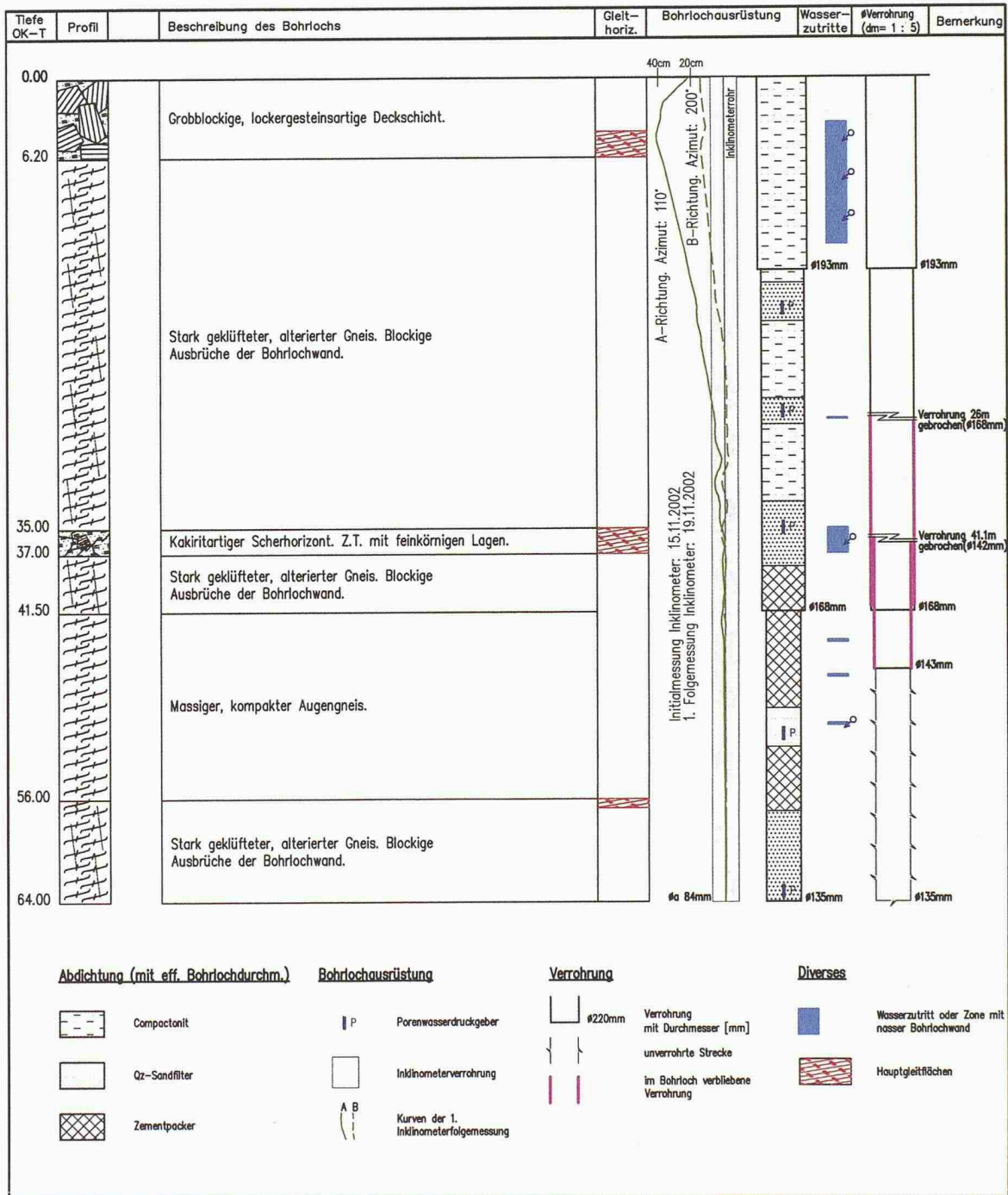


4

Übersicht des Felssturzes «Medji». Rot eingekreist ist das Felssturzgebiet «Medji – untere Spissplatte». Ein Teil des Dorfes St. Niklaus liegt direkt im Gefahrenbereich

5

Blockdiagramm der Trennflächen im absturzgefährdeten Fels. Rot: schematischer Ausbruchkörper; Blau: Wasserdruck



6

(Pluviometer). Mit dem Abteufen der Bohrung Ende Oktober 2002 wurden zusätzlich Verformungs- und Wasserdruckmessungen in der Felsnase möglich. Zu diesem Zweck wurde die Sondierbohrung mit einem Inclinometermessrohr und einem Piezometer (elektrischer Porenwasserdruckgeber) zur kontinuierlichen Messung der Kluftwasserdrücke in 60 m Tiefe ausgerüstet.

### Frühwarnsystem und Datenübertragung

Aufgrund der Tatsache, dass das Abrissgebiet nur schwer zugänglich war, kam dem automatischen Frühwarnsystem eine entscheidende Bedeutung zu. Für die Überwachung wurde ein Datenlogger verwendet. Das

Messintervall für die Abfrage der Geber wurde auf 15 min definiert. Der vor Ort installierte Datenlogger konnte von einem PC im Büro über ein GSM-Modem abgefragt werden, so dass zu jeder Zeit aktuelle Messdaten zur Verfügung standen.

### Resultate

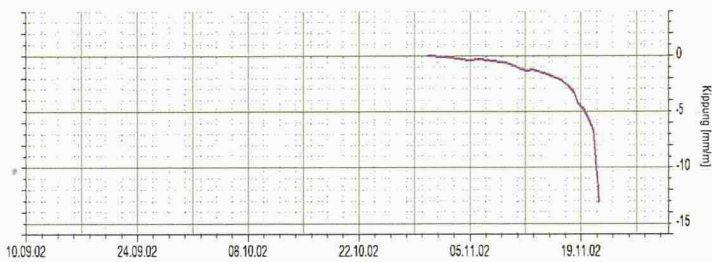
Die Bohrung wurde mit einer Bohrlochkamera (Bild 2) befahren, um genauere Informationen über den geologischen Aufbau der instabilen Felsmasse zu erhalten. Der Übergang von Lockermaterial zu Festgestein konnte eindeutig festgestellt werden. Verschiedene Lithologien konnten unterschieden werden, und steil stehen-

Vereinfachtes Bohrprofil gemäss den Aufnahmen mit der Bohrlochkamera

Messkurven von 3 ausgewählten Messinstrumenten. RP11 und CM07 sind auch in Bild 3 eingezeichnet. In den Grafiken sind jeweils die registrierten Bewegungen in Funktion der Zeit dargestellt

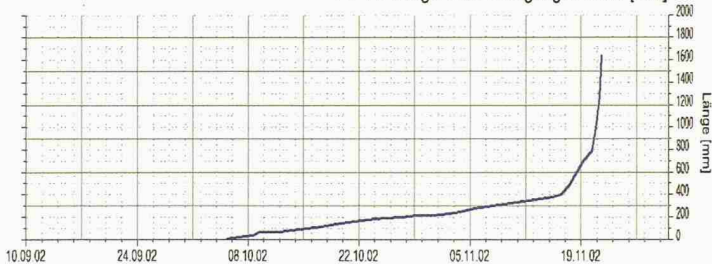
#### Tiltmeter

— TM03: Kippung [mm/m]



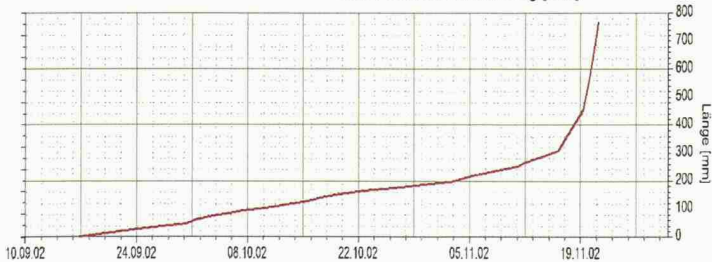
#### Reflektormesspunkt

— RP11: Länge des Bewegungsvektors [mm]



#### Crackmeter

— CM07: Kluftweitenöffnung [mm]



de, neu gebildete Risse in der Bohrlochwand zeigten Schwachstellen im Gebirge an (Bild 6). Weiter konnten diverse Wasserzutritte identifiziert werden, bei denen die Porenwasserdruckgeber eingebaut wurden. Leider erfolgte der Felssturz nur wenige Tage nach dem Versetzen der Porenwasserdruckgeber. Es muss daher angenommen werden, dass der Hohlraum um die Porenwasserdrucksonden noch nicht vollständig wassergefüllt war. Die Drucksonden zeigten zwar eine signifikante Erhöhung des Wasserdruckes vor dem Felssturzereignis. Dieser Druck dürfte jedoch aus dem oben genannten Grund noch nicht dem effektiven maximalen Kluftwasserdruck entsprochen haben.

## Gemessene Verformungen

Mittels der geodätischen Vermessung vom Tal her konnten die absoluten Verschiebungsbeträge und die Bewegungsvektoren des Rutschkörpers gemessen werden. Die auf dem Felskopf installierten Riss- und Neigungsmessgeber ergaben naturgemäss nur relative Angaben bezüglich Bewegungsgeschwindigkeiten einer Kluftöffnung bzw. Verkippen eines Felsblockes/-kompartimentes. Der grosse Vorteil der kontinuierlichen Messungen bestand darin, dass Beschleunigungen der Rutschgeschwindigkeit anhand der laufend aufgezeichneten Messkurven sofort erkannt werden konnten (Bild 7). Mit den verschiedenen Messsystemen konnten die folgenden Eckdaten erfasst werden, wobei immer das Zeitintervall vom Start der Messungen bis 12 Std. vor Abbruch betrachtet wird:

- Die Bewegungsgeschwindigkeiten der Felswand steigerten sich von ca. 4 auf 210 mm/Tag. Zwei Stunden vor dem Abbruch betragen die Bewegungen umgerechnet 1.4 m/Tag.
- Die mittels Geodäsie gemessenen absoluten Verschiebungsbeträge der gesamten ca. 60 m hohen Felswand während der Messperiode lagen je nach Messpunkt bei ca. 80 bis 120 cm, bevor die Endbeschleunigung einsetzte.

- Die Geschwindigkeiten der Kluftweitenöffnungen betragen am Anfang der Messungen ca. 2 mm/Tag und steigerten sich bis 12 Stunden vor dem Abbruch auf 420 mm/Tag. In der letzten halben Stunde vor dem Abbruch betragen sie umgerechnet mehr als 3 m/Tag.

- Gute Hinweise über das Verhalten der gesamten Felsmasse konnten ebenfalls mittels der Neigungsmessgeber gewonnen werden: Im oberen Teil der Felsmasse wurde bis 12 Stunden vor dem Abbruch eine gesamte Kippung von 9 mm/m registriert. Diese steigerte sich bei einzelnen Gebirgen in den letzten 12 Stunden vor dem Felssturz auf max. 44 mm/m.

- In den drei Vormonaten des Abbruchs wurden insgesamt drei Beschleunigungsphasen registriert. Generell steigerte sich die Bewegungsgeschwindigkeit jeweils um einen Faktor 2–4. Die Geschwindigkeiten nahmen anschliessend wieder leicht ab und stabilisierten sich auf einem höheren Niveau. Die Beschleunigungsphasen korrelieren sehr gut mit Niederschlags- oder Schneeschmelzereignissen.

- Mittels der Inclinometer-Messung konnten mindestens zwei Gleitflächenhorizonte identifiziert werden (bei 6 m und bei ca. 36 m unter Geländeoberkante). Die maximale Verschiebung am Bohrlochkopf betrug 40 cm.

- Mittels der in Bild 2 abgebildeten Bohrlochfernsehkamera wurde auf einer Tiefe von 56 bis 64 m eine weitere Scherzone identifiziert, deren Verschiebungsbeträge mit dem Inclinometer jedoch nicht gemessen werden konnten, da die Bohrung auf 64 m abgebrochen werden musste.

## Geomechanisches Modell

Die kontinuierlichen Messdaten, der Bohraufschluss und vor allem auch die mittels der geodätischen Vermessung ermittelten Bewegungsvektoren führen zu folgenden Aussagen:

- Die Azimute der Bewegungsvektoren ( $90^\circ$  bis  $125^\circ$ ) verliefen in etwa parallel zum Streichen der Kluffrichtung K1 ( $115^\circ$ ) und gleichzeitig parallel zum Fallazimut der Kluffflächen K2 ( $110^\circ$ ), (Bild 5).
  - Die Bewegungsvektoren verlaufen erstaunlich flach ( $10^\circ$  bis  $30^\circ$ ).
  - Praktisch alle in der Wand versetzten Reflektoren zeigten ähnliche Bewegungsrichtungen an. Die Bewegungsraten waren jedoch unterschiedlich. Der obere Wandteil verschob sich um einen Faktor 2 schneller als der Wandfuss.
  - Eine eindeutige und diskrete Gleitfläche scheint nicht zu existieren.
  - Die grössten Bewegungsbeträge wurden lateral, beidseitig der Felswand gemessen. Aus diesen Bereichen stammten auch die meisten Stein- und Blockschläge vor dem Abbruch. Die ca. 60 m hohe Felswand erfuhr erst in der letzten Phase eine sehr regelmässige Beschleunigung.
- Als auslösende Momente in den Beschleunigungsphasen wirkten höchstwahrscheinlich steigende Porenwasserdrücke sowie untergeordnet Mikroerdbeben. Mindestens eine Korrelation mit einem kleineren Teilabbruch vom 30. September 2002 ist offensichtlich. Grundvoraussetzung bildete aber auf jeden Fall ein durch zahlreiche Trennflächensysteme fragmentierter Gesteinskörper (bruchnetzartige Ausbildung), der in unregelmässigen Abständen schichtparallele, feinkörnige und glimmerreiche, ca. 0.1 bis 0.5 m mächtige Schwächezonen aufweist.

Florentin Ladner, Dipl.-Natw.,  
 Ulrich Sambeth, Dipl.-Natw.,  
 Stump ForATec AG, Abt. Messtechnik,  
 Stationsstr. 57, 8606 Nänikon-Uster  
 florentin.ladner@stump.ch,  
 ulrich.sambeth@stump.ch  
 Hermann Rovina, dipl. Geologe / Hydrogeologe SIA,  
 Eric Pointner, dipl. Geologe / Bergführer,  
 Bernhard Dräyer, dipl. Geologe,  
 Rovina+Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie,  
 3953 Varen VS  
 rovina@rhone.ch

#### Literatur

- Marro, Ch.: Note au dossier 51415 Felswand Medji (Gemeinde St. Niklaus). Zentrum für Alpine Umweltforschung, Sitten, 2000.
- Rouiller, J.-D., Jaboyedoff, M.: Pentes instables dans le Pennique valaisan. Matterock: Une méthodologie d'auscultation des falaises et de détection des éboulement majeurs potentiels. Rapport final PNR 31, 1998.
- Steck, A., Epard, J.-L., Marchant, R.: Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes 1:100 000, feuille 42 Oberwallis (Carte géologique spéciale No 123-NE). Service hydrologique et géologique national, 1999.
- Brion, J.: Photogrammetrieaufnahme. PAT Photogrammetrie Aérienne et Terrestre SA, unveröffentlichter Bericht, Sitten, 2002.
- Dunncliff, J.: Geotechnical instrumentation for monitoring field performance. Wiley, New York, 1993.

**Bohren  
 Rammen**

**Fundationen  
 Baugruben-  
 abschlüsse  
 Grundwasser-  
 absenkungen**

**risi**  
 die Spezialtiefbauer

041-766 99 99 www.risi-ag.ch