



# Agenda

**FAN**

**1/2007**

**April / Avril**

**ÜBERWACHUNG, WARNUNG UND INTERVENTION**

## **Herausgeber / Editeur**

FAN Fachleute Naturgefahren Schweiz

## **Offizielle Adresse / Adresse officielle**

Willi Eyer, Service des forêts et de la faune,  
1762 Givisiez FR.

Tel. 026 305 23 23, E-Mail: [eyerw@fr.ch](mailto:eyerw@fr.ch)

## **Sekretariat, Administration, Kurswesen / Secrétariat, administration, cours**

Ingenieure Bart AG, Rolf Bart, Waisenhaus-  
strasse 15, 9000 St. Gallen

Tel. 071 /228 01 70, Fax 071/228 01 71

**Internet:** <http://www.FAN-Info.ch>

## **Redaktion FAN-Agenda / Rédaction Agenda-FAN**

Jean-Jacques Thormann, SHL, Zollikofen ;  
Bernhard Perren, IMPULS, Seestr.2, 3600  
Thun ;

Nils Hählen, Tiefbauamt des Kt. Bern, Oberin-  
genieurkreis 1, Schlossberg 20, 3601 Thun;  
Alexandre Badoux, WSL, Birmensdorf und Sion

## **Meldungen, Beiträge und Anfragen FAN**

**Agenda an: /**

**Informations, contributions et demandes à  
l'adresse suivante:**

Jean-Jacques Thormann, Schweizerische  
Hochschule für Landwirtschaft SHL, Studien-  
gang Forstwirtschaft

Länggasse 85, 3052 Zollikofen,

Tel. 031 910 21 47, Fax 910 22 99, E-Mail:

[jean-jacques.thormann@shl.bfh.ch](mailto:jean-jacques.thormann@shl.bfh.ch)

## **Redaktionsschluss FAN-Agenda 2/07 /**

**Fermeture de la rédaction Agenda-FAN 2/07:**

**15. Oktober 07 / 15. Octobre 07**

**Die FAN-Agenda erscheint 1-3 mal jährlich /  
L'Agenda-FAN paraît 1-3 fois par an.**

## **Zielsetzung der FAN**

Die Tätigkeit der FAN steht im Dienste der Walderhaltung und dem Schutz vor Naturgefahren. Sie widmet sich insbesondere dem Thema Weiterbildung bezüglich Lawinen-, Erosions-, Wildbach-, Hangrutsch- und Steinschlaggefahren. Die ganzheitliche, interdisziplinäre Beurteilung und Erfassung von gefährlichen Prozessen sowie die Möglichkeiten raumplanerischer und baulicher Massnahmen stehen im Zentrum.

## **Mitgliedschaft bei der FAN**

Die Mitglieder der FAN sind Fachleute, welche sich mit Naturgefahren gemäss Zielsetzung der Arbeitsgruppe befassen. Total umfasst die FAN über 200 Mitglieder aus der ganzen Schweiz. Mitgliedschaftsanträge sind an den Präsidenten oder Sekretär zu richten.

Die Mitgliedschaft in der FAN kostet Fr. 50.-/ Jahr und steht allen Fachleuten aus dem Bereich Naturgefahren offen. Bedingung ist zudem, dass jeweils innerhalb von drei Jahren einmal vom Kursangebot Gebrauch gemacht wird.

## **Objectif de la FAN**

La FAN est au service de la conservation des forêts et de la protection contre les dangers naturels. Elle se consacre en particulier au thème du perfectionnement dans le domaine des dangers que représentent les avalanches, l'érosion, les torrents, les glissements de terrain et les chutes de pierres. Elle met aussi l'accent sur deux aspects importants: des évaluations et des relevés globaux et interdisciplinaires des processus dangereux, et les mesures possibles en matière d'aménagement du territoire et de génie forestier.

## **Adhésion à la FAN**

Les membres de la FAN sont des spécialistes qui s'occupent de dangers naturels conformément aux objectifs du groupe de travail. La FAN comprend au total plus de 200 membres, répartis dans toute la Suisse. Les demandes d'adhésion doivent être adressées au président ou au secrétaire.

L'adhésion à la FAN coûte fr. 50.-/ an. Elle est ouverte à tous les spécialistes des dangers naturels. Une seule condition imposée est de fréquenter tous les trois ans au moins l'un des cours proposés

**Was ist Wo in dieser Agenda?**

			<b>Seite</b>
		Vorwort	04
FAN-Forum 07	Gschwend G.	Psychologische Erste Hilfe bei Katastrophen	05
	Dufour F. Badoux A. et al	Überwachung und Warnung Illgraben	09
	Fritsche M.	Evakuierung Rheintal: Interventionsplan und Beübung	12
	Gächter M.	Hochwasserprognose und Hochwasserwarnung für die Linth	14
	Gubler H.	Grundlagen für Alarmstationen	18
	Guler A. Romang H. Wilhelm C.	Die Interventionskarte – von der Gefahrenkarte zum Einsatz im Ereignisfall	21
	Keller B.	Felssturzüberwachung Vitznau (LU)	24
	Seiler J. Bumann D.	Notfallplanung Hochwasser Kanton Wallis EDV-Tool für die Gemeinden	29
	Keusen H.R. Oppikofer T.	Bergsturz am Eiger, Überwachung der Felsbewegungen mittels 3D Laserscanning	32
weitere Artikel zum Thema	Utelli H.H. Meier A.	Überwachung von Schutzbauten bei der BLS AG	38
	Siegwart M. Hodac B.	Überwachung des Felshanges unter dem exotischen Garten von Monaco	41
	Rhyner J.	Wetter- und Naturgefahrenwarnungen in der Schweiz	45
	Gruner U.	Warn- und Alarmdispositiv Trachtbach	47
	von Bach L.	Rechtliche Aspekte organisatorischer Massnahmen	51
Mittel- ungen	BAFU	Die Reorganisation im Bundesamt für Umwelt BAFU	54
	Rhyner J.	Die Reorganisation der WSL	54
	Thormann J.	Diplomierung der ersten Forstingenieure FH an der SHL	57
		Inserat	59

## Überwachung des Felshanges unter dem exotischen Garten von Monaco

Von Dr. Michael Siegwart, Zürich, und Bernard Hodac, Paris

### Einleitung

Der exotische Garten von Monaco ist weltberühmt für die Artenvielfalt seiner Fauna. Er ist eine Hauptattraktion des Fürstentums von Monaco und wird jährlich von mehreren hunderttausend Touristen besucht. Unterhalb des Gartens befindet sich eine steil abfallende Felswand. Unmittelbar im Anschluss an die Wand führen drei mehrspurige, dicht befahrende Strassen vorbei.

Als sich gegen Ende 2000 mehre kleine Felsstücke aus der Wand lösten und den darunter befindlichen Verkehr gefährdeten, entschied man sich bei den verantwortlichen Stellen den Hang zu überwachen. Ziel der Überwachung war zum einen die Sicherheit des vorbeifahrenden Verkehrs zu gewährleisten und zum anderen die Ursachen der Felsabbrüche näher zu bestimmen.

### Messkonzept und System

Die grösste Gefahr ging zu dieser Zeit von einem hervorragenden Felsblock von circa 60 m x 9 m Abmessung und 6'600 Tonnen Gewicht aus. Ein Herausbrechen des massiven Blocks, oder das Loslösen von grösseren Teilen daraus, hätte vermutlich Menschenleben gefährdet. Die Lage dieses Blocks im Felshang ist in Abbildung 1 gezeigt.

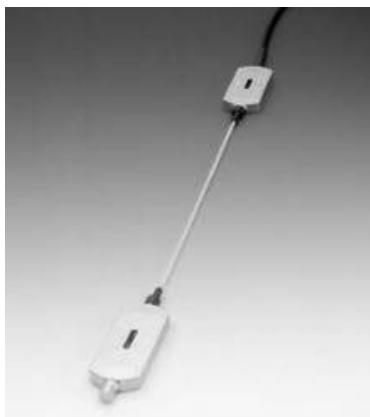


**Abb.1:** Überwachter Felsbereich im Felshang unterhalb des Exotischen Gartens von Monaco

Da sich die ersten kleineren Felsabgänge unmittelbar nach schweren Regenfällen ereignet hatten, vermutete man als Ursache die Wassersättigung des Felsens. Es galt hier eventuelle Zusammenhänge nachzuweisen, um so gegebenenfalls eine Frühwarnung zu erhalten. Ausserdem benötigte man ein System, das die stark frequentierten Strassen im Fall von drohender Gefahr durch herabstürzende Felsen automatisch sperren würde.

Der Felshang unter dem exotischen Garten ist sehr exponiert und Umwelteinflüssen ausgesetzt. Gegenstände aus Metall, wie zum Beispiel Elektrokabel, wirken dort wie Blitzableiter und ziehen Blitze an. Die dabei freigesetzte elektrische Energie ist so stark, dass sie elektrische Systeme zerstört. Deshalb war es nicht möglich konventionelle elektrische Systeme wie Riss- und Neigungssensoren zur Überwachung zu benutzen, sondern man griff auf optische Sensoren zurück.

Meistens ist die Aussagekraft von permanent installierten Sensoren auf die wenigen Punkte, an denen gemessen wird beschränkt. Durch geschickte Wahl des Standorts muss man hierbei die Aussagekraft des Systems erhöhen.



**Abb. 2:** Spannungswächter aus Lichtwellenleitern, ein Glasfaserdehnmessstreifen von bis zu 10m Länge (Osmos optische Saite®)

Mit speziellen Glasfaser-Dehnmessstreifen, den sogenannten optischen Saiten® (Abbildung 2), ist es möglich die Veränderungen der Felsoberfläche (Dehnungen) auf bis zu 10 m Messstrecke genau zu erfassen. Dehnungsänderungen, die nicht mit Änderungen im Temperaturverlauf einher gehen, liegen geänderte Spannungen, bzw. Kraftumlagerungen im Fels, zugrunde. Diese Spannungsänderungen sind möglicherweise Vorboten eines Felsabgangs. Ausserdem kann man auf diese Weise feststellen, ob es Spannungsänderungen auf Grund von geänderten Wassersättigungsgraden im Fels gibt.

Der gesamte 9 Meter breite und 60 m hohe Felsblock musste so instrumentiert werden, dass bei den ersten Zeichen einer Bewegung die darunter liegende Strasse abgesperrt werden konnte. Um eine zuverlässige Frühwarnung zu gewährleisten installierte man über bestehenden Rissen (=Sollbruchstellen), sogenannte X-Trigger.

X-Trigger sind optomechanische Sensoren, die ausgelöst werden, sobald eine gewisse Rissbreite überschritten ist. Wenn die Senso-



**Abb. 3:** Stahlseile melden jede Rissbewegung am oberen Ende des Hangs befindlichen X-Trigger.



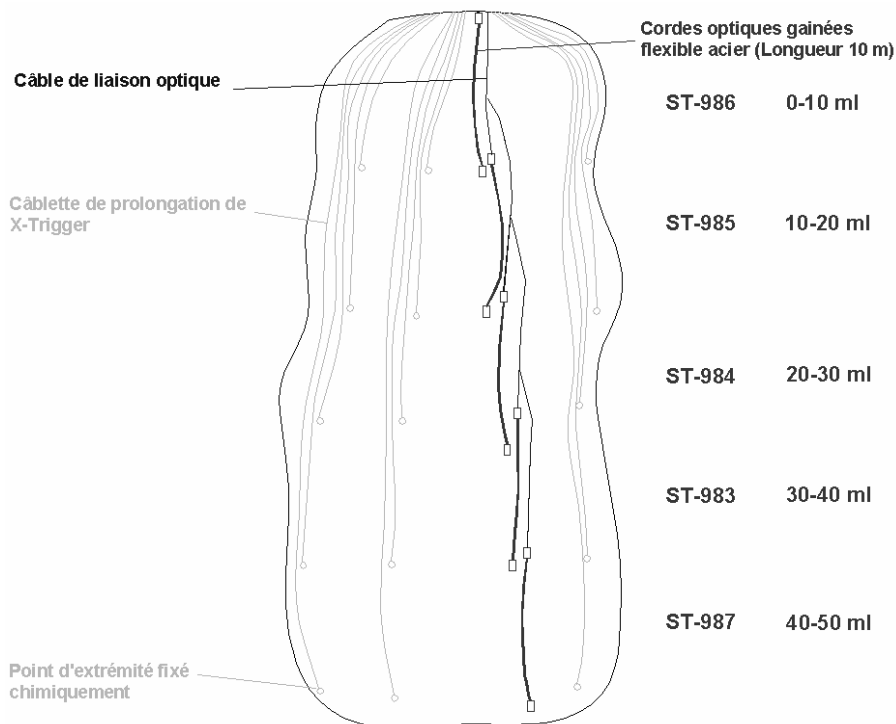
**Abb. 4:** X-Trigger "Zentrale" Kopf des Hanges, alle X-Trigger sind mit optischen Kabeln verbunden, die ein Auslösen der Sensoren sofort weiterleiten..

ren mit einem optischen Kabel verbunden sind (Abbildung 3), wird ein Auslösen des Sensors sofort vom System erkannt. Mit der serienmässigen Warnrelais – Schaltung des Osmos Systems würde in diesem Fall sofort eine Ampel aktiviert und die Strasse gesperrt.

### Lage der Sensoren

Zur Ursachenforschung wurde der Fels über eine Höhe von 50m mit fünf je 10m langen optischen Saiten® im Stahlspiralschlauch instrumentiert. Zudem wurde ein Hygrometer in den Fels eingebaut. Auf diese Weise war es möglich zu erkennen, ob sich Felsfeuchte auf das Verformungsverhalten der Wand auswirken würden.

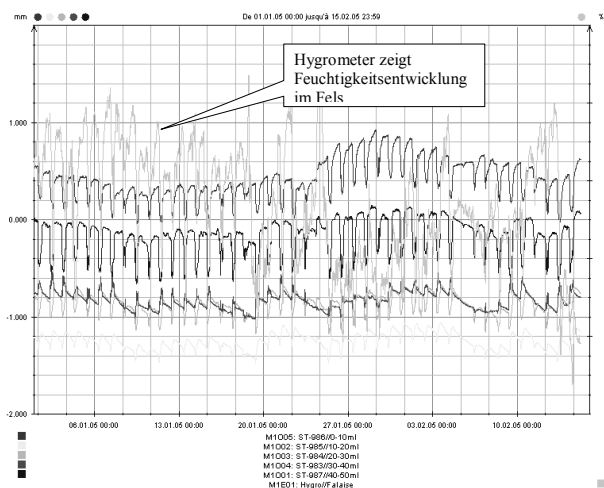
Die unmittelbare Sicherung des Felsens wurde mit an Stahlseilen liegenden X-Triggern gewährleistet. Die X-Trigger wurden leicht zugänglich auf der Felsoberseite montiert (siehe Abbildung 4). Auf diese Weise war es möglich sofort den getriggerten X-Trigger zu identifizieren und den überwachten Riss im Fels gegebenenfalls näher zu untersuchen. Die Lage der Sensoren am Felshang ist in Abbildung 5 gezeigt.



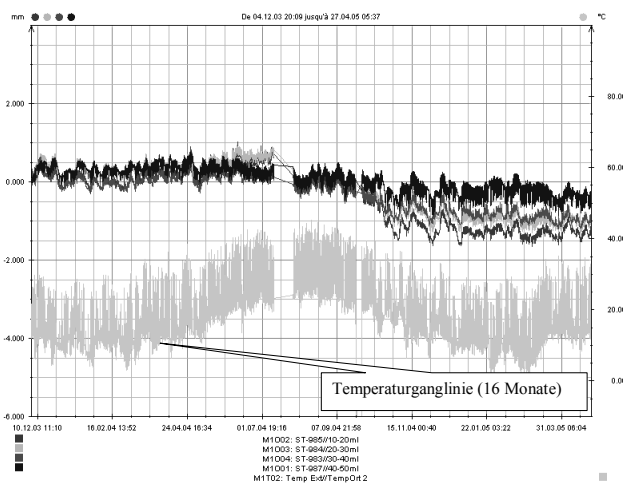
**Abb. 5:** Instrumentierung des Felsvorsprungs mit X-Trigger und 10 m langen optisches Saiten® im Stahlspiralschlauch.

## Messergebnisse

Ein Zusammenhang von Felsfeuchte und Dehnungsänderungen im Fels (Abbildung 6) konnte nicht hergestellt werden. Während die Feuchte im Fels stark schwankte (Januar bis Mitte Februar 2005), waren im gleichen Zeitraum nur temperaturabhängige Änderungen der Dehnung zu verzeichnen. Eine Korrelation der beiden Parameter hätte sich in den in Abbildung 6 gezeigten Ganglinien von Temperatur und Dehnung durch gleichläufige Schwankung äussern müssen.



**Abb. 6:** Ganglinien der Felsdehnung, gemessen mit optischen Saiten®, im Vergleich zur Ganglinie der Felsfeuchte von Januar 2005 bis Mitte Februar 2005



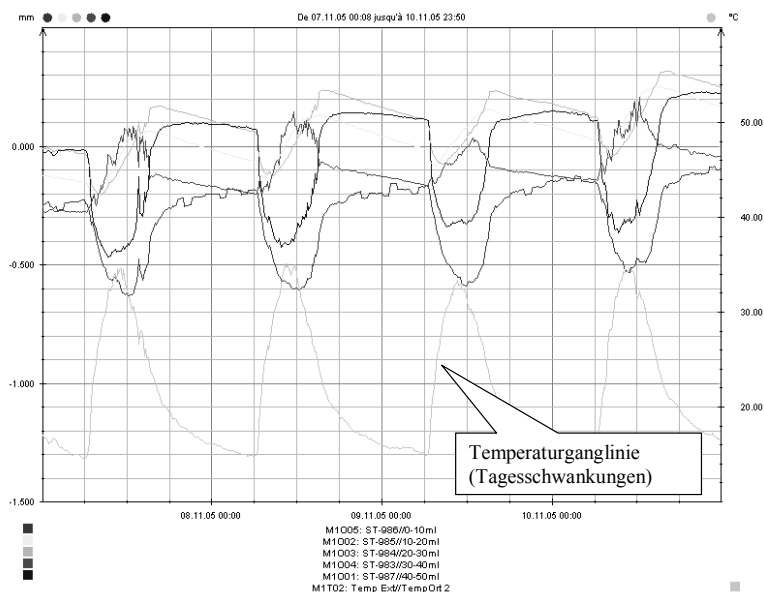
**Abb. 7:** Jahresganglinie der temperaturabhängigen Dehnung des Felsens.

Während des Beobachtungszeitraums von 16 Monaten konnten keine aussergewöhnlichen Ereignisse verzeichnet werden. Die in Abbildung 7 gezeigte Jahresganglinie von Temperatur und Deh-

nung der fünf optischen Saiten® weist einen gleichgerichteten, wiederkehrenden Zyklus auf. Die Dehnungen kehrten nach 12 Monaten wieder in die ungefähre Ausgangslage zurück.

Ein grossflächiger Felsabbruch hätte sich vermutlich durch Dehnungsänderungen vorangekündigt. In diesem Fall würde die Ganglinie der Dehnung sich langfristig von der der Temperatur entfernen. Um jedoch schlüssige Aussagen treffen zu können sind mehrjährige Beobachtungen am Objekt notwendig.

Auch die Tagesganglinie der Dehnung (Abbildung 8) kann Aufschluss darüber geben, ob Bewegung in den Fels kommen wird. Im Falle von plötzlichen Änderungen hätte man starke Sprünge in der Dehnungsganglinie verzeichnet. Der kantenförmige Verlauf der Dehnung in Abbildung 8 weist auf verhinderte Zwängungen im Felsen hin. Diese Zwängungen führen abwechselnd in beide Richtungen zu dem Schlagartig geänderten Verhalten. Es ist weiter festzuhalten, dass sich während der gesamten Laufzeit der Überwachung keine weiteren Felsen gelöst haben. Auch die an den Stahlseilen hängenden X-Trigger wurden nicht ausgelöst.



**Abb. 8:** Tagesganglinie von Dehnung und Temperatur

Anzumerken ist noch, dass das in der Felswand angebrachte Hygrometer mehrfach durch Blitzschlag zerstört wurde, während die optischen Saiten® weiter kontinuierlich Messergebnisse lieferten. Auch die robusten, opto-mechanischen X-Trigger konnten in diesen Fällen weiter ihre Aufgabe verrichten.

## Zusammenfassung

Das optische, bzw. opto-mechanische Überwachungssystem unter dem Felshang des exotischen Gartens von Monaco erwies sich als geeignet, um die möglichen Ursachen von Felsstürzen weiter einzugrenzen. Die Hauptkomponenten des Systems sind äusserst robust und tauglich für den Langzeiteinsatz vor Ort. Die Notfallsicherung des Hanges erfolgt mittels an Ampeln gekoppelte X-Trigger, welche auf einfache Weise im Falle von Felsbewegung die unter dem Hang liegende Strasse abgesperrt hätten. Für eine Aussage hinsichtlich der Aussagekraft von Dehnungen im Fels als Frühwarn-Indikator für Felsstürze wurde nicht genügend lange am Objekt überwacht.

Dr. Michael Siegwart, Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG  
Forchstrasse 395, 8032 Zürich, Schweiz

Bernard Hodac, Osmos SA, 23 rue des Peupliers,  
92270 Bois Colombes, Frankreich