

# Erfahrungsbericht Felssturz im Galterntal

—  
25. April 2016



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la faune SFF  
Amt für Wald, Wild und Fischerei WaldA

---

# Impressum

---

## Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft ILFD

April 2017

—

### Herausgeber

Amt für Wald, Wild und Fischerei **WaldA**

Rte du Mont Carmel 1

Postfach 155

1762 Givisiez

—

### Autoren

Willy Eyer, Benoît Mazotti

—

### Korrektorin

Regina Monney

—

### Titelbild

GEOTEST AG, Gemeinde Tifers, WaldA

—

### Copyright

Amt für Wald, Wild und Fischerei **WaldA**

—

### Dank

Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen Personen mit denen wir bei diesem Projekt zusammenarbeiten konnten und die uns auf die eine oder andere Weise geholfen oder unterstützt haben:

- Angelo Lauper, Bauverwalter, Tifers
- Roger Raemy, Förster, lokaler Natugefahrenberater
- Lorenz Meier, Geopraevent AG
- Valentin Raemy, Geotest AG
- Kaspar Graf, Geotest AG
- Werner Jürgen, Geopraevent AG
- Alexandre Loye, Terranum GmbH

---

# Inhaltverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<hr/>		
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>6</b>
	Der Bereich «Rotary»	6
	Geologie	6
	Naturgefahren	7
<hr/>		
<b>3</b>	<b>Felssturzbereich</b>	<b>8</b>
	Gefahrensituation	8
	Gefahrenszenarien	8
<hr/>		
<b>4</b>	<b>Messdispositiv</b>	<b>9</b>
	Das Messdispositiv	9
	Warnwerte	10
<hr/>		
<b>5</b>	<b>Gemessene Felsbewegungen</b>	<b>12</b>
	Entwicklung	12
	Felsmechanisches Verhalten von Sandstein	14
<hr/>		
<b>6</b>	<b>Auswertung der Warnmeldungen</b>	<b>15</b>
<hr/>		
<b>7</b>	<b>Organisation</b>	<b>16</b>
	Verantwortlichkeiten	16
	Finanzielle Aspekte	16
<hr/>		
<b>8</b>	<b>Wichtigste Folgerungen</b>	<b>17</b>
	Fachliche Lehren	17
	Organisatorische Lehren	17
<hr/>		
<b>9</b>	<b>Referenzen</b>	<b>19</b>
<hr/>		

---

# 1. Zusammenfassung

---

## Zusammenfassung

Am Montag, 25. April 2016 stürzte im Galterntal eine Felspartie von etwa 2500 m<sup>3</sup> kurz nach Mitternacht ab (Koordinaten 581 210/183 900 Gemeinde Tifers). Das Ereignis zerstörte ein Wohnhaus aus dem 17. Jh. vollständig und überdeckte einen Abschnitt von ca. 100 m<sup>2</sup> eines Wanderwegs mit Lockermaterial. Der Galternbach wurde kurzzeitig gestaut.

Am gleichen Ort war bereits im Jahr 2012 ein kleiner Absturz von ca. 15 m<sup>3</sup> erfolgt. Dieses Ereignis löste seitens Kanton und Gemeinde eine erhöhte Aufmerksamkeit aus. Die mit manuellen Messungen verfolgte Entwicklung zeigte nach 2 Jahren Veränderungen im mm-Bereich. Genau ein Jahr vor dem Absturz wurde ein präzises Mess- und Überwachungsdispositiv eingerichtet.

Die Bewältigung dieses aussergewöhnlichen Ereignisses illustriert, wie mit einer Palette verschiedener Massnahmen Risiken gemindert werden können (Überwachung, Schutzmassnahmen, organisatorische Massnahmen, etc.). Weiter liefern die Messungen der Extensometer bis hin zum Absturz interessante Informationen zum Bewegungsverlauf der Felsmassen. Schliesslich hat die zweckmässige Kommunikation und die gute Zusammenarbeit zwischen den Behörden, den Betroffenen und den privaten Büros zu einem erfolgreichen Umgang mit dieser Situation beigetragen.

Dank der getroffenen Massnahmen erfolgten die Sperrung des Gebiets und die Evakuierung des Wohnhauses rechtzeitig, ansonsten es mit grösster Wahrscheinlichkeit zu Todesopfern gekommen wäre.

Der vorliegende Bericht erläutert hauptsächlich die natürlichen Gegebenheiten sowie das Mess- und Überwachungsdispositiv. Ohne auf sämtliche Massnahmen und Aktionen einzugehen, werden einige Folgerungen zuhanden von Spezialisten und Behörden formuliert, welche aber auch ein breiteres Publikum interessieren können.

## Résumé

Le lundi 25 avril 2016 peu après minuit, un effondrement de falaise d'environ 2500 m<sup>3</sup> a eu lieu dans la vallée du Gottéron (coordonnées 581'210/183'900, commune de Tifers). Cet événement a entièrement détruit une maison du 17e siècle et a obstrué le fond de la vallée sur une centaine de mètres. La rivière du Gottéron a été de même obstruée durant une courte durée.

Déjà en 2012, un effondrement d'une quinzaine de mètres cubes était survenu. Cet événement avait attiré l'attention de la commune et du canton sur la falaise. Dans un premier temps, des mensurations manuelles durant 2 ans ont montré des déplacements de la roche de l'ordre du millimètre. En conséquence, une année avant l'effondrement total de la falaise, un dispositif de surveillance automatique a été installé.

---

De manière générale, cet événement extraordinaire a mis en avant la nécessité d'utiliser une palette d'outils variés (surveillance, mesure de protection, mesures d'organisation, etc.). De plus, les données enregistrées par les extensomètres jusqu'aux dernières minutes donnent des indices intéressants au niveau du comportement d'un tel effondrement. Enfin, la bonne communication et collaboration entre les habitants impliqués, les instances politiques locales, les bureaux indépendants et le Canton a été un aspect important qui a permis entre autres la bonne gestion de cette situation.

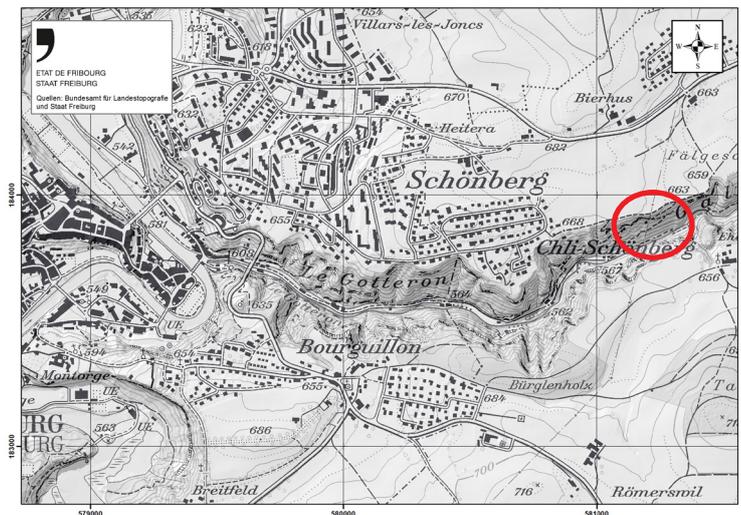
Cette approche a permis dans ce cas de fermer le secteur au public et d'évacuer la maison à temps. Sans cela, un accident mortel n'aurait peut-être pas pu être évité.

Le présent document se focalise principalement sur la description du contexte, la surveillance et le suivi mis en place. Sans aborder toutes les actions et mesures réalisées, il propose quelques conclusions qui peuvent intéresser les spécialistes, les autorités mais également le grand public.

## 2. Einführung

### Der Bereich «Rotary»

Das Galterntal (vallée du Gottéron) ist ein sehr schwach besiedeltes, stark begangenes und wildes Naherholungsgebiet in unmittelbarer Umgebung der Stadt Freiburg. Der Galternbach, welcher in der Altstadt in die Saane mündet, bildet einen V-förmigen Taleinschnitt mit sehr steilen Flanken, und senkrechten Felswänden welche bis zu 30 m Höhe erreichen. Die Höhendifferenzen zwischen den moränebedeckten Ebenen des Mittellands und dem Talgrund betragen bis zu 100 m.



**Abbildung 1**

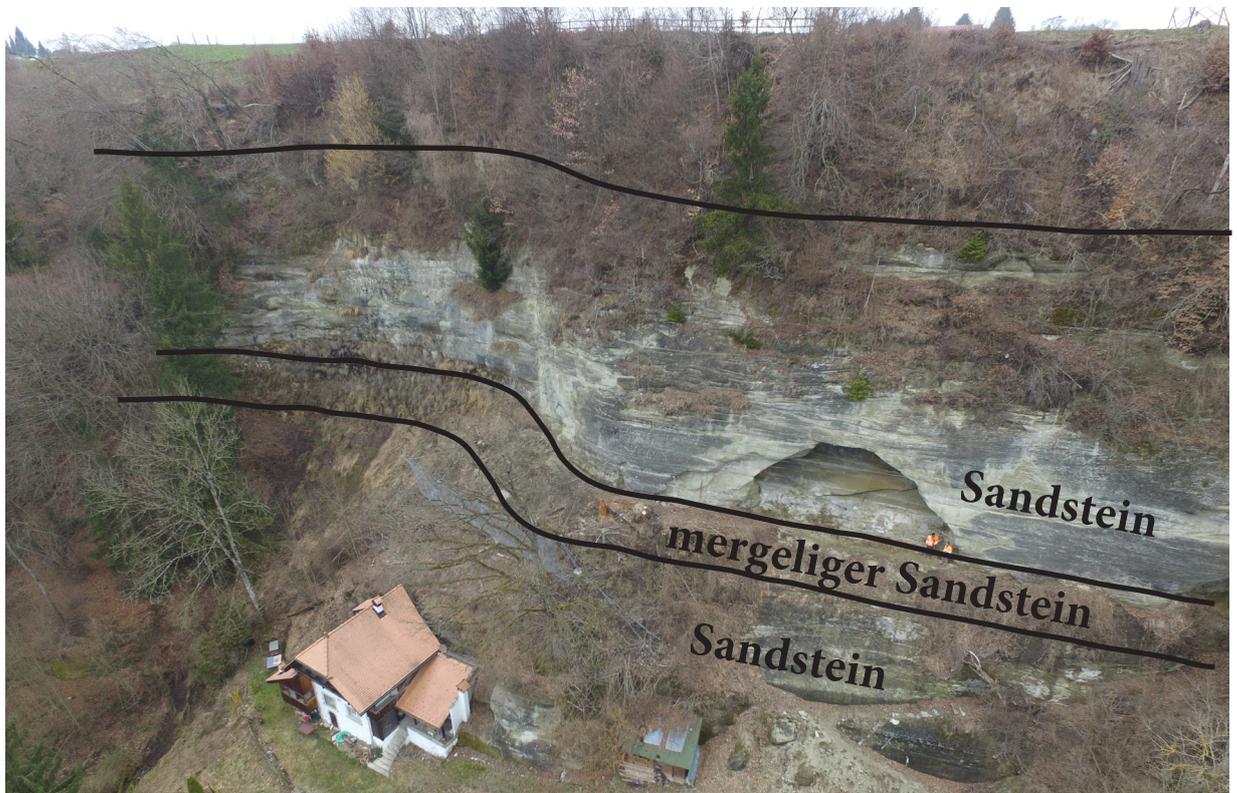
Galterntal (Vallée du Gottéron) und der Bereich Rotary (roter Kreis). Dieser Lokalname kommt von einem früher vom Rotary Club finanzierten Wanderweg.

### Geologie

Die Sandsteinformationen der schweizerischen Mittellandmolasse, entstanden im Tertiär im Zuge der Alpenfaltung, haben im Raum der Stadt Freiburg eine Mächtigkeit von mehr als 2 000 m. Die sichtbaren, anstehenden oberen Bereiche entsprechen im Wesentlichen der Oberen Meeressmolasse (OMM - Burdigalien), darunter folgt die Untere Süßwassermolasse (USM – Aquitanien), deren oberste Horizonte im Einschnitt des Galterntals erreicht werden. Mächtige, härtere Sandsteinbänke wechseln ab mit schieferigen oder mergeligen Horizonten.

Die Einschnitte der Saane, aber auch des Galterntals, sind das Resultat von zwischen- und postglazialen Erosionsprozessen, unterbrochen von Verfüllungen mit Eis, Gletscherschutt und erneuter Erosion. Heute ist die Landschaft geprägt durch ein Wechselspiel von Sandsteinfelswänden, bewaldeten Steilhängen, im Talgrund erodierenden Gewässern und lieblichen Hügelpartien, charakteristisch für das gesamte Stadtbild und die Umgebung von Freiburg.

Am Ort des Felssturzes haben die Sandsteinbänke eine Mächtigkeit von ca. 20 m. Im Prinzip horizontal gelagert oder nur leicht geneigt, sind abwechselnd Folgen mit weicheren Schichten aus Schisten oder siltigen Sandsteinen zu verzeichnen. Im Beobachtungszeitraum wurde kein relevantes Auftreten von Wasser festgestellt.



**Abbildung 2**

Situation vor dem Absturz im Jahr 2016 anschliessend ein Bild aus dem Jahr 2012 (Abb. 3). Schön erkennbar sind die geologischen Besonderheiten, der brückenbogenartige Überhang, die linienförmige, horizontale Struktur unter dem Bogen (Vergleich mit Abb. 7). Sichtbar ist zudem das Schutznetz (1 000 kJ), konzipiert für das Szenario eines kleineren Teilabbruchs oberhalb des Hauses.

## Naturgefahren

Die anstehenden Sandsteine unterliegen einer starken Verwitterung und Erosion. Die härteren Schichten der Meeresmolasse liegen auf weicheren, schieferigen oder mergeligen Schichten, was zu senkrechten, oder manchmal überhängenden Felswänden führt. Klüfte, Risse und andere Schwachstellen sind in sämtlichen Felswänden zu beobachten. Praktisch jährlich sind im Raum Freiburg kleinere Felsabstürze von einigen  $\text{m}^3$  bis mehrere  $10 \text{ m}^3$ , selten  $100 \text{ m}^3$  oder mehr (meist in Form von dezimeter- bis metermächtigen Platten) zu verzeichnen.

Weiter typisch für Steillagen sind die sehr flachgründigen Böden, bestehend aus dem Verwitterungsmaterial des Sandsteins. Damit verbunden ist das Auftreten von spontanen Rutschungen und Hangmuren, insbesondere bei andauernden oder heftigen Niederschlägen. In den letzten Jahren führten insbesondere auch solche Prozesse zu Schäden.

Verschiedene Konzepte und Schutzmassnahmen, sowohl technischer als auch organisatorischer Art, nicht zuletzt auch die Schutzwaldbewirtschaftung, tragen diesen Umständen Rechnung und leisten wesentliche Beiträge zur Verbesserung der Sicherheit.

### 3. Felssturzbereich

#### Gefahrensituation

Dieser Schauplatz stand seit 2012 unter erhöhter Aufmerksamkeit. Eine Felspartie von 15 m<sup>3</sup> brach aus einem brückenbogenförmigen Überhang ab und stürzte auf den direkt darunterliegenden Wanderweg, ohne weitere Schäden anzurichten.

#### Abbildung 3

Gefahrensituation nach dem Ereignis von 2012. „Sicht vom Gegenhang auf den Ausbruch (1), das Wohnhaus und die darüber befindliche Kluft (2), die aus der Wand ausbeisst. Die rote Linie markiert die ungefähre Abgrenzung des Szenarios 1, Ausbruch von weiteren 100 m<sup>3</sup>. Die rot gestrichelte Linie umrandet die Ausmasse der gesamten, durch die TalklÜftung abgetrennten Felschale (Szenario 3 hier unten)“ (Geotest AG).



#### Gefahrenszenarien

Die nach diesem Ereignis von 2012 erstellte geologische Expertise erkannte die rückwärtige, vertikale Kluft und zog mit abnehmender Eintretenswahrscheinlichkeit drei Szenarien in Betracht:

- Szenario 1 sehr wahrscheinlich: Weiterer Abbruch eines Felspaketes aus dem Gewölbe;
- Szenario 2 wahrscheinlich: Abbruch von Einzelblöcken und Sandsteinschwarten aus der Felswand über dem Wohnhaus;
- Szenario 3 denkbar: Absturz der gesamten, durch die TalklÜftung hinterschnittenen Felspartie, falls die seitliche Abstützung weniger solide wäre als angenommen.

Zu diesem Zeitpunkt wurde das dritte Szenario als sehr unwahrscheinlich erachtet. Die Szenarien spielten in der Folge eine bedeutende Rolle.

Aufgrund dieser Beurteilung erfolgte ab Herbst 2012 eine einfache visuell-manuelle Überwachung mit Intervallen von ca. 3 Monaten durch den lokalen Naturgefahrenberater des kantonalen Forstdienstes (Messungen mit Doppelmeter an eing Bohrten Eisenstäben). 2 Jahre später, also im Zeitraum vom Herbst 2014 bis Frühjahr 2015, wurden bei den Messpunkten erstmals messbare Bewegungen im mm-Bereich verzeichnet (bis zu 5 mm im Zeitraum von 6 Monaten).

Dank diesem Indiz, welches eine Systemänderung und eine mögliche kritische Entwicklung ankündigte, wurde umgehend ein präzises Überwachungssystem eingerichtet, welches ab 25. April 2015 funktionierte.

# 4. Messdispositiv

## Messdispositiv

Aufgrund von Nutzen-Kosten-Überlegungen und der Einschätzung der bestehenden Risiken entschied man sich für ein Frühwarndispositiv und nicht für ein Alarmdispositiv. Dienstleister wie die im vorliegenden Fall beauftragte Firma Geopraevent sind spezialisiert auf die Einrichtung von Messsystemen, die Datenübermittlung und -darstellung. Sie übernehmen aber keine Beratung oder Verantwortung für die Frage, wie die Resultate und erhobenen Daten zu interpretieren sind.

Im als kritisch betrachteten Bereich wurden 6 Telejointmeter (TJM) so angebracht, dass der erwartete Vertikalvektor von Differenzialbewegungen der Felspartien möglichst gut gemessen wird. Zwei Datalogger übermitteln alle 15 Minuten die Resultate von je drei TJM sowie die Temperatur an die beauftragte Firma, welche ihrerseits die Daten aufbereitet und im Stundentakt via Internet allen berechtigten Personen zur Verfügung stellt (Abb. 6). Die Intervalle sind einstellbar, die batteriebetriebenen Datalogger benötigen während einem Jahr keinerlei Unterhalt.

Die Präzision der Messungen der TJM liegt im Bereich 1/10 mm. Bei dieser Genauigkeit werden auch scheinbare Bewegungen aufgrund von temperaturbedingten Längenänderungen der Stahlmessstäbe der TJM aufgezeichnet (siehe auch Abb 10).



Abbildung 4

Anordnung der TJM 1 – 6. Die Anordnung der Instrumente werden auf Platz im Einvernehmen verschiedener beteiligter Spezialisten festgelegt. Eine spätere Anpassung der Anordnung aufgrund vorliegender Messresultate kann zweckmässig sein. Achtung: Die TJM können auf zwei unterschiedliche Arten am Fels angebracht werden, was zu einem gegensätzlichen Signal +/- führt. Diese Beobachtung ist sehr wichtig für die Interpretation der Daten (Zeichnung V. Baumann).

---

## Warnwerte

Allgemein muss die Festlegung der Warnschwellen den bestehenden Risiken und den Umständen Rechnung tragen. Dies ist hier wegen den 6 verschiedenen Messstellen und den jeweils unterschiedlichen Bewegungsmustern etwas komplizierter, als man dies auf den ersten Blick vermuten würde.

### Stufe 1 «Besprechung nötig»:

- Laufende Tagesrate\* > 0.5 mm / 24 h oder Gesamtbewegung überschritten (Beurteilung für jedes TJM)
- Meldung „Besprechung Rotary nötig“ per SMS an Fachleute
- Aktion: Erste Kommentare auf der Internet-Plattform Geopraevent um zu klären, ob eine Reaktion notwendig ist. Falls nötig, telefonische Lageberatung mit Meinungen von mind. 3 der genannten Fachleute. Information und Empfehlung zuhanden der Gemeinde/Behörde.
- Option Anpassung Warndispositiv.

### Stufe 2 «Hohe Bereitschaft»:

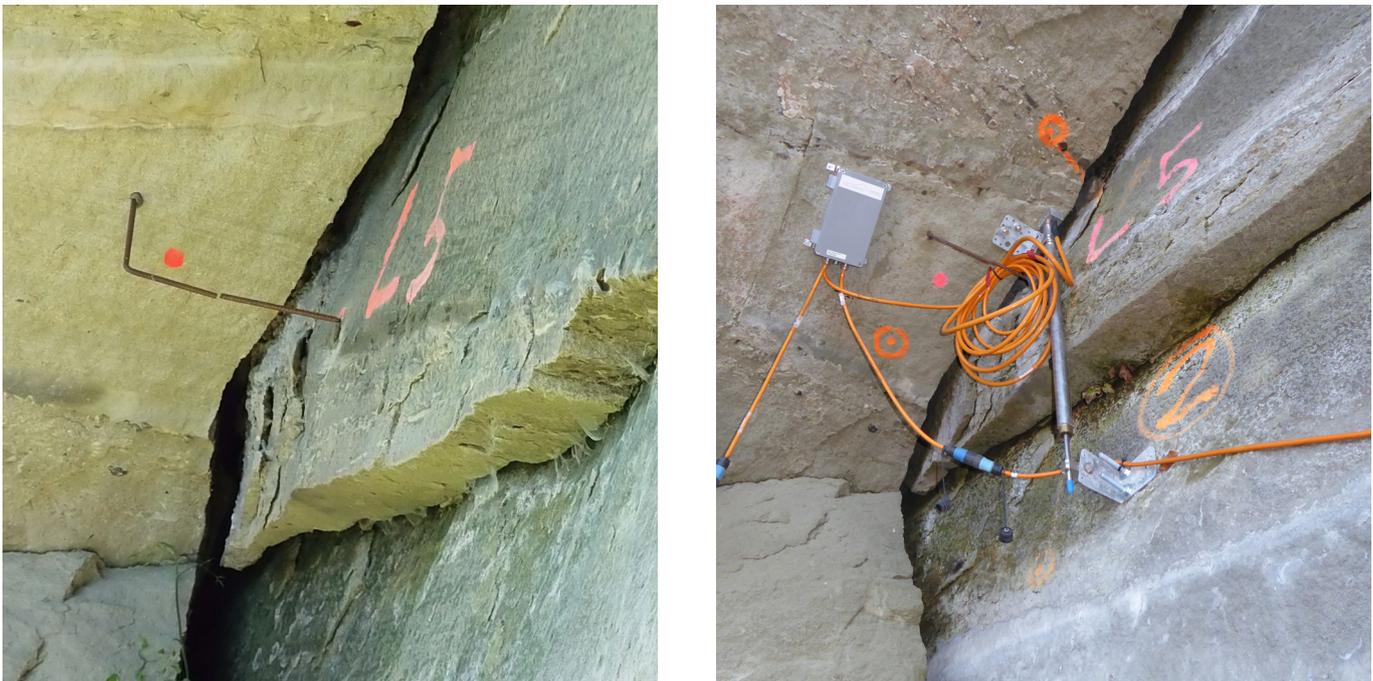
- Laufende Tagesrate\* > 0.1 mm (Beurteilung für jedes TJM)
- Meldung „Bereitschaft Rotary erstellen“ per SMS an Fachleute
- Aktion: Erste Kommentare auf der Internet-Plattform Geopraevent um zu klären, ob eine Reaktion notwendig ist. Falls nötig, telefonische Lageberatung mit Meinungen von mind. 3 der genannten Fachleute. Information und Empfehlung zuhanden der Gemeinde/Behörde. Im Prinzip Information an Hausbewohner mit der Aufforderung, die Bereitschaft zum Verlassen des Hauses zu erhöhen.
- Option Anpassung Warndispositiv.

### Stufe 3 «Alarm»:

- Identisch mit Stufe 2 aber der Test der laufenden Tagesrate ist eingeschränkt auf TJM 4, 5 oder 6 (oberhalb Wohnhaus)
- Die Warnung erfolgt jederzeit, auch nachts zwischen 22 – 7 h
- Versand eines SMS an die Hausbewohner
- Aktion: Erste Kommentare auf der Internet-Plattform Geopraevent und telefonische Lageberatung mit Meinungen von mind. 3 der genannten Fachleute. Information und Empfehlung zuhanden der Gemeinde/Behörde. Kontakt mit den Hausbewohnern, welche das Haus verlassen und sich zur nahe gelegenen Liegenschaft „Bucher“ begeben.

\* Tagesrate = neuester Messwert – Mittelwert der Messungen vor 24 / 30 Std.

Der Warnwert der „Überschreitung einer bestimmten Gesamtbewegung“ war sachlich wenig interessant. Der Wert wurde oft überschritten und danach aktualisiert (Stufe 1, z.B. 2 mm, danach Erhöhung auf 3 mm). Hingegen waren diese Situationen nützlich als Übung der Reaktion der verschiedenen Akteure. Beispielsweise wurde deswegen auf das Absetzen von Meldungen zwischen 22:00 und 7:00 Uhr verzichtet. Die Internetplattform diente als wichtigstes Instrument für die Kommunikation zwischen den insgesamt 10 zugangsberechtigten Personen, z.B. bei Alarmen. Insgesamt erfolgten hier im Verlauf des Jahres ca. 100 verschiedene Kommentare und Nachrichten (mit Namen, Datum, Zeit), diese haben auch ein Funktion als Protokoll.



**Abbildung 5**

Links das manuelle Messsystem von 2012 (Distanzmessung beim eingebohrten Eisenstab) und dem automatischen Messsystem von 2015 (Extensometer TJM 2).

# 5. Gemessene Felsbewegungen

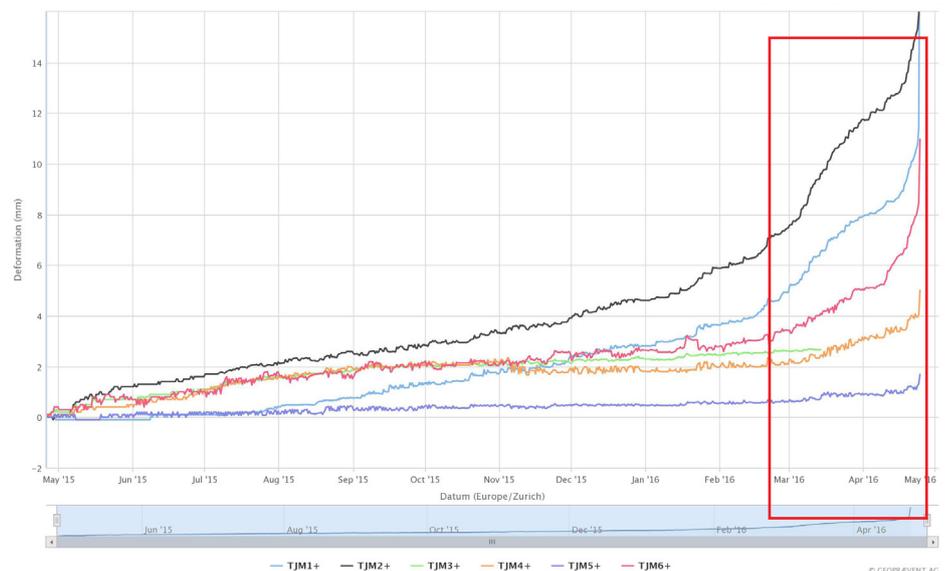
## Entwicklung

Sofort ab Messbeginn waren bei praktisch allen TJM Bewegungen zu beobachten. Nach 2 Monaten wurde eine klare, zunächst lineare Entwicklung erkennbar. Im Wissen, dass sich ein grösserer Felssturz immer durch eine Beschleunigung der Bewegungen ankündigt, besteht das Hauptproblem darin, den Zeitpunkt des Beginns von kritischen Schlussphasen richtig zu erkennen,

Das TJM 5 (dunkelblau, unterste Kurve) wurde nach 2 Monaten umgestellt und neu so montiert, dass anstelle einer allfälligen horizontalen Seitwärtsbewegung eine vertikale Verschiebung des Felspakets direkt in seinem westlichen Fussbereich gemessen wurde. Wie die Entwicklung zeigte, lieferte diese Messung mit den sehr kleinen, aber schliesslich signifikanten Bewegungen den entscheidenden Hinweis dafür, dass entsprechend dem Szenario 3 der Analyse 2012 tatsächlich ein Grundbruch und ein Gesamtabsturz des Felspakets in Vorbereitung waren. Im Gegensatz zu den andern Messpunkten erfolgte hier die Beschleunigung von einer sehr langsamen, linearen und kaum signifikanten zu einer sprunghaften Bewegung innerhalb des letzten Tages vor dem Absturz. Die kumulierte Bewegung über das ganze Jahr betrug nur gerade 1 mm.

## Abbildung 6

Kumulierte Bewegungen der 6 Messpunkte über ein Jahr, rot eingerahmt die kritische Schlussphase, die nur in dieser Gesamtübersicht sehr gut erkennbar ist. Die gemessenen Gesamtbewegungen der einzelnen Messstellen lagen zwischen 1 mm für den kleinsten Wert (TJM 5) und 15 mm beim grössten Wert (TJM 2).



Ab Januar 2016 wurde eine schwache, aber anhaltende Beschleunigungstendenz sichtbar. Ab Anfang März 2016 wurde die Entwicklung mit zusätzlich erhöhter Aufmerksamkeit verfolgt. Ab Mitte März erfolgten die Sperrung des Wanderwegs und ein Bewohnungsverbot für die Liegenschaft (mündliche Verfügung des Oberamts). Ab dem 20. März bis 10. April wurden die Bewegungen hingegen unerwartet langsamer. Eine treppenartige Entwicklung mit abwechselnden Beschleunigungsphasen gefolgt von linearen Entwicklungen, mit einem Absturz in ferner Zukunft, war nicht ganz auszuschliessen.

Erst zwei Wochen vor dem Absturz kam es erneut zu beschleunigten Bewegungen. Versuche von Extrapolationen führten zu Prognosen eines Absturzes im Verlauf des Monats Mai (4 - 5 Wochen später).

Die letzte Gewissheit, dass ein Abbruch tatsächlich unmittelbar bevorstand, konnte aufgrund der Messungen erst etwa 2 – 3 Stunden vor dem Ereignis bestehen, also am Sonntagabend, 24. April um ca. 22.00 Uhr.

**Abbildung 7**

Situation nach dem Abbruch. Vom Wohnhaus sind nur wenige Reste der weissen Fundamentmauern zu erkennen. Ersichtlich ist auch die horizontale Struktur, in Abb. 3 unterhalb des Überhangs gelegen.



**Abbildung 8**

Wohnhaus vorher – nachher, im Vordergrund rechts die intakt gebliebene Felsrippe.

## Felsmechanisches Verhalten von Sandstein

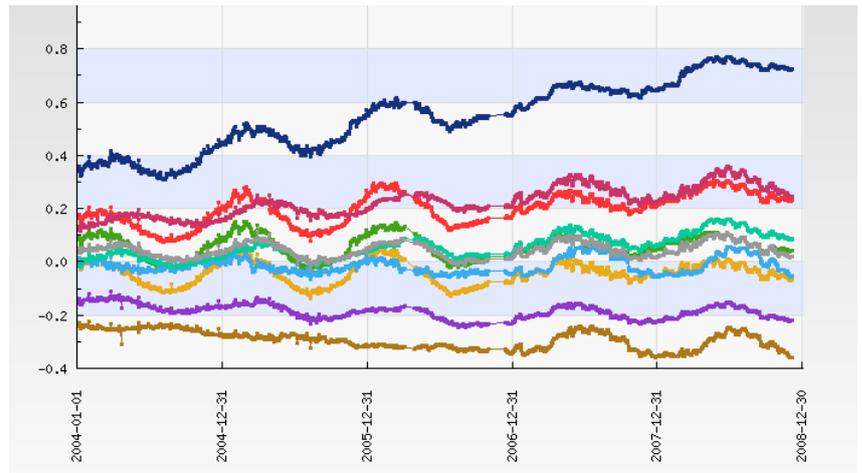
Dieses Kapitel fasst einige regionale Erfahrungen zu der Stabilität und der Felsmechanik von Sandsteinformationen zusammen. Sandstein wird oft als „tückisch“ bezeichnet, Abbrüche gelten im Allgemeinen als plötzlich auftretend und kaum vorhersehbar.

Konkret stellt sich bei der Einrichtung hochpräziser Messungen immer die Frage, welche Werte als natürlich und welche Werte als Indiz für die Zunahme einer Gefährdung zu betrachten sind.

Die langjährige Überwachung einer nahegelegenen, kompakten und stabilen Felswand erlaubt die Aussage, dass die natürlichen, horizontalen Bewegungen einer stabilen Felsoberfläche (Molassesandstein) aufgrund von Temperatur- und allenfalls Feuchtigkeitsschwankungen im Bereich von maximal 2/10 mm pro Jahr liegen (Abb. 9). Grössere Werte können also mit tatsächlichen Verschiebungen und Bewegungen assoziiert werden (Abb. 10).

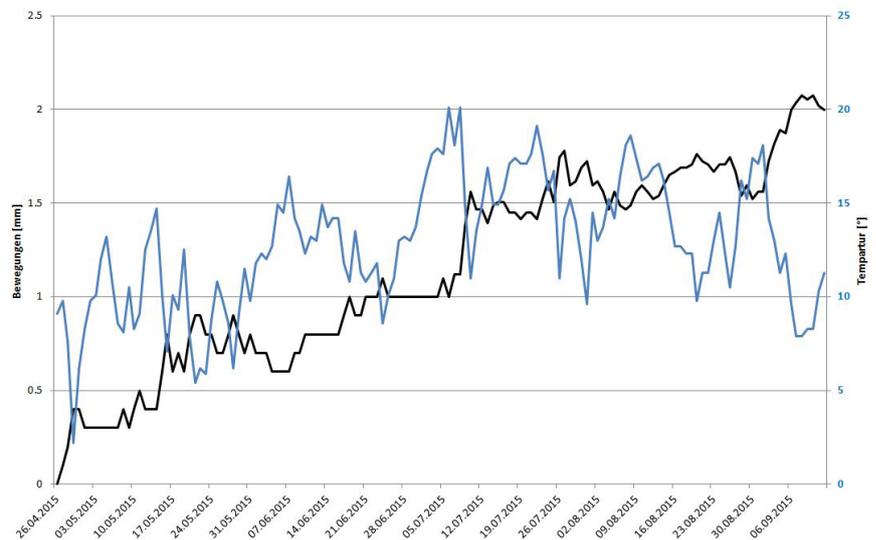
### Abbildung 9

Ausschnitt einer Messkampagne in der Altstadt von Freiburg (7 Jahre) mit 5 Extensometern mit einer Länge von 2 bis 33 m (horizontale Bohrungen). Die hier erkennbare Tendenz von ca. 0.1 mm/Jahr der Messtiefe 33 m konnte leider nie erklärt werden. Es handelt sich vermutlich um eine scheinbare Entwicklung, verursacht durch das Messsystem selber.



### Abbildung 10

Auszug aus Daten des Felssturzbereichs „Rotary“ (Periode 26.4.2015 – 11.9.2015), Vergleich der Bewegungen des TJM 6 (schwarze Linie) mit Temperatur (blaue Linie). Rasche und starke Temperaturrückgänge scheinen Felsbewegungen auszulösen.



## 6. Auswertung der Warnmeldungen

### Festlegung des Warnwerts

Aufgrund der verschiedenen verfügbaren Daten, aber auch aufgrund der Messungen der ersten Woche sowie gutachterlichen Einschätzungen wurde im Rahmen des Dispositivs ein Warnwert von 0.5 mm/24 Std. festgelegt (siehe Kap. 4). Wie sich später herausstellte, war dieser Wert extrem gut. Er verursachte keine Fehlalarme und wurde erstmals 4 Tage vor dem Absturz von einem der TJM erreicht.

Eine Nachanalyse der Daten zeigt, dass der kleinstmögliche Warnwert, welcher überhaupt keine Fehlalarme produziert hätte, bei 0.4 mm/6 Std. gelegen wäre. Dieser Wert wurde erstmals am Tag des Abbruchs erreicht. Die nachstehende Tabelle zeigt, wie empfindlich das System reagiert und wie wichtig diese Einstellungen sind. Fehlalarme sind zu vermeiden, sie sind Gift für jedes Frühwarn- oder Alarmsystem.

**Tabelle 1**

Anzahl Überschreitungen von verschiedenen Alarmwerten pro Zeitintervall 6/12/24h, für das TJM 2, zwischen April 2015 und April 2016.

Alarmwert in [mm]	Anzahl Überschreitungen			Datum der ersten Überschreitung		
	6h	12h	24h	6h	12h	24h
0.1	2097	2964	3712	25.04.2015	25.04.2015	25.04.2015
0.2	218	311	586	06.05.2015	06.05.2015	25.04.2015
0.3	33	106	255	19.04.2016	10.03.2016	21.02.2016
0.4	14	47	194	20.04.2016	20.04.2016	19.04.2016
0.5	9	6	21	24.04.2016*	24.04.2016*	21.04.2016

\* Tag vor Felssturz

---

# 7. Organisation

---

## Verantwortlichkeiten

Die Gemeinden sind zuständig für Sicherheitsfragen auf ihrem Gebiet, sowohl für die Sicherheit des besiedelten Raums als auch für den betroffenen Wanderweg. Die Gemeinde Tavers übernahm darum die Trägerschaft für das Überwachungssystem, konzipiert für eine Dauer von maximal 2 Jahren. Unterstützt wurde die Gemeinde fachlich-technisch wie auch finanziell vom kantonalen WaldA, welches die Messinstallation kaufte und im Einvernehmen mit allen Beteiligten die Koordination sicherstellte. Das Büro Geotest AG erbrachte auf Anfrage wichtige Dienstleistungen und Beratungen im Auftrag der Gemeinde, war aber nicht direkt verantwortlich für die Datenbeobachtung.

Zwei Handynummern der Hausbewohner figurierten auf der Liste der Empfänger von Alarmmeldungen des Frühwarnsystems. Hingegen wurde den Bewohnern kein direkter Zugang zum Daten- und Kommunikationsportal ermöglicht. Gegen eine solche Option sprach einerseits der nicht zu unterschätzende Stress, verursacht durch die mögliche permanente „online“ Beobachtung, andererseits aber auch die unterschiedliche Interessenlage und das erhebliche Konfliktpotenzial zwischen den verschiedenen Akteuren.

In allen Fällen, wurde der betroffene Hauseigentümer periodisch informiert. Die 4-köpfige Familie, welche das Haus bewohnte, verliess das Haus im Einvernehmen gegen Ende August 2015, ohne behördlichen Zwang.

Noch wenige Wochen vor dem Ereignis wurden Varianten zur Rettung des Wohnhauses diskutiert, wie etwa ein kontrollierter Felsabbau oder eine Teilsprengung. Diese Varianten wurden nicht weiterverfolgt, entweder aus Nutzen-Kostengründen oder wegen Unsicherheiten resp. offenen Verantwortlichkeitsfragen (falls es trotz Sicherungsarbeiten zu einer Zerstörung des Hauses kommen würde). Ausserdem war die Frage einer vorzeitigen Entschädigung durch die kantonale Gebäudeversicherung ein wichtiges Thema für den betroffenen Hauseigentümer.

Am 20. April 2016, zufälligerweise also wenige Tage vor dem Ereignis, erfolgte auch die Mitteilung des ausführlichen schriftlichen Entscheids des Oberamts, welcher die Räumung der bedrohten Liegenschaft verfügte. Er basierte auf dem kantonalen Bau- und Raumplanungsgesetz, wonach die Wohnbarkeit von Gebäuden bestimmte Bedingungen hinsichtlich Sicherheit und Schutz der Gesundheit erfüllen muss. Die Rekursfrist von 30 Tagen wurde durch die Ereignisse überholt.

## Finanzielle Aspekte

Das System war bis zu seiner Zerstörung auf den Tag genau 1 Jahr in Betrieb. Die gesamten externen Leistungen beliefen sich auf ca. Fr. 50 000.— (ohne Eigenleistungen der Gemeinde und des WaldA), wobei die variablen laufenden Kosten bei etwa Fr. 15 000.--/Jahr gelegen wären. Das Nutzen-Kosten Verhältnis für diese organisatorische Massnahme liegt im Bereich 100:1.

---

## 8. Wichtigste Folgerungen

---

### Fachliche Lehren

Eine kompetente und aussagekräftige Ereignisanalyse, verbunden mit der Darstellung eines klaren geologischen Modells und der Entwicklung von wenigen Szenarien, ist die Grundlage für fundierte, risikoorientierte Entscheide.

Nicht alle potenziell kritischen Stellen können permanent und präzise überwacht werden. Die Kombination einer sehr kostengünstigen, längerfristig angelegten „low tech“ Überwachung, verbunden mit der Option der Einrichtung einer aufwändigeren „high tech“ Lösung im Falle einer kritischen Entwicklung, hat sich im vorliegenden Beispiel als ideales Vorgehen herausgestellt. Ohne eine manuelle Überwachung wären die Felsbewegungen im mm-Bereich unentdeckt geblieben, und es wäre mit grösster Wahrscheinlichkeit zu mehreren Todesopfern gekommen.

Erwähnung verdient, dass im Beobachtungszeitraum auch 3D-Modelle mit Lidardaten und Dronenaufnahmen erstellt wurden. Im vorliegenden Beispiel konnten diese Erhebungen wegen mangelnder Genauigkeit (ca. 1 - 10 cm) aber nicht für Überwachungszwecke dienen (notwendige Genauigkeit 1-10 mm). Hingegen erlaubte der Droneneinsatz nach dem Ereignis eine gefahrlose Erhebung von Bildern und Videos aus der Luft. Diese Informationen konnten für die Beurteilung der Gefahrensituation nach dem Ereignis verwendet werden.

Felsstürze in diesem Ausmass kündigen sich weit im Voraus an. Die Schwierigkeit besteht darin, die Indizien in einem frühen Stadium zu erkennen und diese dann zu beobachten. Bewegungen  $> 0.1$  mm/Tag sind ein klares Indiz für eine permanente Verformung der Felswand.

Nicht nur Frost- und Tauzyklen im Winter und im Frühjahr, sondern auch ganz allgemeine, starke Temperaturänderungen scheinen Felsbewegung auszulösen. Beobachtet wurden wiederholt kleine Bewegungsschübe, welche praktisch zeitgleich mit wetterbedingten Temperaturstürzen (Kaltwetterfronten im Sommer, z.B.  $-10$  °C) eintraten. Wasser und Niederschlag scheinen im vorliegenden Fall keine Rolle gespielt zu haben.

### Organisatorische Lehren

Für den Umgang mit solchen speziellen, sehr selten auftretenden Krisensituationen gibt es kaum Standardrezepte. Nachfolgend sind Erfahrungen aufgeführt, welche im Vorfeld des Ereignisses gemacht werden konnten:

- Eine sachliche, partnerschaftliche Zusammenarbeit verschiedener Akteure (im vorliegenden Fall insbesondere Gemeinde, kantonale Fachstelle und Mitarbeiter im Gelände, Oberamt, externe Experten, Betroffene) ist eine Voraussetzung für einen erfolgreichen Umgang mit solchen Situationen. Hauptziel ist die Sicherheit von Personen. Notwendig ist auch, dass Behörden diese Aufgabe wahrnehmen wollen und können.

- 
- Die Möglichkeit der permanenten Beobachtung eines kritischen Bereichs via Internet kann zu einer erheblichen Dauerbelastung der beteiligten Personen führen, welche direkt oder indirekt Verantwortung tragen. Bewährt hat sich eine Beteiligung verschiedener Akteure an dieser Verantwortung, was eine sachliche, nicht von Emotionen gesteuerte Lagebeurteilung erleichtert.
  - Ein periodischer Meinungs austausch ist zielführend. Szenarien müssen immer wieder aktualisiert und hinterfragt werden. Obwohl das Szenario eines Gesamtsturzes bestand, waren alle Beteiligten schliesslich überrascht vom Tempo und der Radikalität der Entwicklung in den Tagen und Stunden vor dem Absturz.
  - Aus Studien (Steinsiek 2013) ist bekannt, dass Betroffene dazu tendieren, bestehende Gefahren zu minimieren oder zu negieren, dies um so eher, als sie nicht den eigenen Erfahrungen entsprechen. Solche Reaktionen und Verhaltensmuster waren auch im vorliegenden Beispiel festzustellen. Es ist nützlich, wenn sich Behörden und Spezialisten dessen bewusst sind.
  - Sperrungen und Verfügungen werden sehr oft ignoriert. Auch noch so klar formulierte Verbote („akute Felssturzgefahr“) wurden missachtet, Abschränkungen umgangen. Auf dem betroffenen Wanderwegabschnitt von 100 m bestand keine Fluchtmöglichkeit. Ganz erstaunlich ist das nicht, werden doch Sperrungsmassnahmen tendenziell vorsichtig verfügt, im Hinblick auf Verantwortlichkeits- und Schuldfragen im Ereignisfall.
  - Im vorliegenden Fall erfolgten alle wichtigen Arbeiten und Massnahmen zum richtigen Zeitpunkt. Trotzdem waren die Behörden schliesslich zu wenig vorbereitet für den Fall einer akuten Beschleunigung. Glücklicherweise trat der Absturz zu einem idealen Zeitpunkt, kurz nach Mitternacht und bei schlechtem Wetter, ein. Hätte das Ereignis z.B. an einem sonnigen Samstagnachmittag stattgefunden, hätte Ungewissheit bestanden, ob trotz der Sperrungen nicht Personen verschüttet wurden.
  - Für den Falle einer akuten kritischen Entwicklung (Alarmstufe 3) sollten darum die auszuführenden Massnahmen und die Zuständigkeiten im Voraus und im Detail festgelegt werden, am besten in Form von Checklisten.
  - Der Hauseigentümer, welcher sein Haus zwar nicht bewohnte, dieses aber hie und da besuchte, wurde sicherheitshalber am Sonntagabend, also 6 Stunden vor dem Ereignis, über die potenziell kritische Entwicklung telefonisch orientiert. Aufgrund der Daten war aber erst ca. um 22 Uhr mit allerletzter Sicherheit klar, dass das Ereignis unmittelbar bevorstand. Zusätzliche, organisatorische Massnahmen wären zu diesem Zeitpunkt kaum mehr möglich gewesen, ohne die Einsatzkräfte zu gefährden.

Abschliessend ist festzuhalten, dass mit einer Palette zweckmässiger, angepasster Massnahmen Risiken gemindert werden konnten. Weiter haben die zweckmässige Kommunikation und die gute Zusammenarbeit zwischen den Behörden, den Betroffenen und den privaten Büros zu einem erfolgreichen Umgang mit dieser Situation beigetragen.

---

## 9. Referenzen

---

- BAFU (Hrsg.) (2017), Raumnutzung und Naturgefahren, Umsiedlung und Rückbau als Option, Bundesamt für Umwelt, Bern. 24 S.
- GEOTEST AG (2012), Bericht 1412 098.1, Blockschlag vom 7./8. Juli 2012, Galterengraben.
- Fuchs St., Léboulement des Trois Canards, 2002, Institut de Géologie, Université de Fribourg, 26 p., non publié.
- Raemy V. et al., (2016): Galterental Switzerland: Hazardous Rock avalanche of 24 April 2016 and its mitigation, GeoSciences 2016 conference, Wanaka.
- Sättele M., Bründl M. (2015), Praxishilfe für den Einsatz von Frühwarnsystemen für gravitative Naturgefahren, WSL-SLF, BAPS, Bern.
- Service des forêts et de la faune (2016), Falaise du Gottéron, site Rotary, Valerie Baumann, 2016, non publié.
- Service des forêts et de la faune (2016), Falaise du Gottéron, site Rotary, analyse post-événement des données, Kim Romailer, non publié.
- Steinsiek P.-M. (2013), Ereignis und Katastrophe, Aus den Werkstätten der Katastrophenforschung, Freiburger Schriften zur Forst- und Umweltpolitik, 244 p. ISBN: 978-3-941300-69-9
- Ville de Fribourg (1999 - 2013), Mesures extensométriques, différents rapports techniques, Aba-Géol SA, non publié.

**Amt für Wald, Wild und Fischerei WaldA**  
Route du Mont Carmel 1, Postfach 155, 1762 Givisiez

[www.fr.ch/walda](http://www.fr.ch/walda)

April 2017

