



# Der Puls des Kliffs

# Seismometer beobachten das Wann, Wo und Wie der Kliffabbrüche auf Jasmund

Michael Dietze, Kristen Cook, Oliver Rach

Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam Sektion Geomorphologie



#### Was verbindet mich mit dieser Gegend?







#### Warum sind Prozesse an Kliffküsten interessant und wichtig zu verstehen?

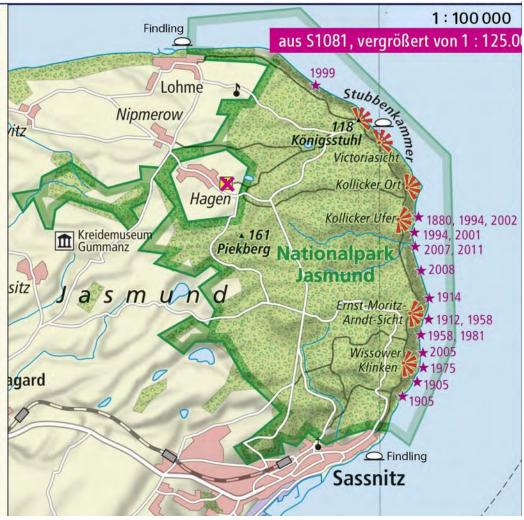
Etwa die Hälfte der Küsten weltweit sind Kliffs, 40 % der Weltbevölkerung lebt in Küstennähe

Küsten sind sensible Übergangsräume zwischen dem Festland und aquatischen Reich



#### Was der Atlas sagt





Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Wellen in verschiedenen Materialien

Geschwindigkeit in Luft: 340 m/s

in Wasser: 1500 m/s

in Granit: 5000 m/s

auf Rügen: 900 m/s

Laufzeit durch Deutschland in Luft: 42 min

in Wasser: 10 min

in Granit: 3 min

auf Rügen: 16 min



Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

Oberflächenwellen (surface waves)



Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

P-Welle



Oberflächenwellen (surface waves)

#### Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

P-Welle



S-Welle

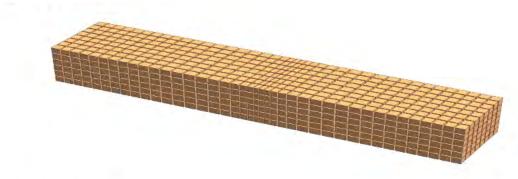


Oberflächenwellen (surface waves)

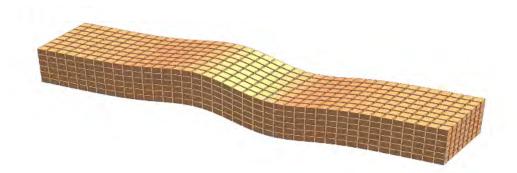
#### Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

P-Welle

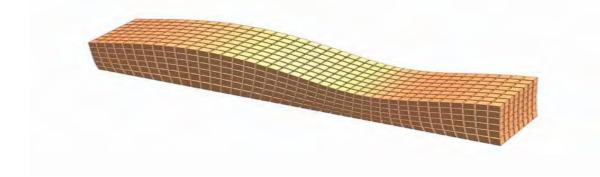


S-Welle



Oberflächenwellen (surface waves)

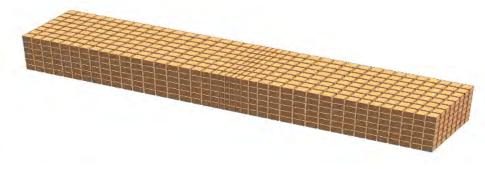
Rayleigh-Welle



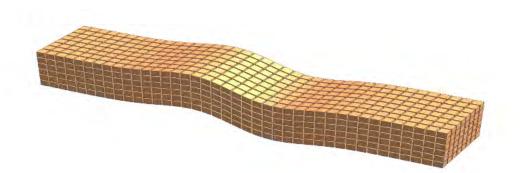
# Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

P-Welle

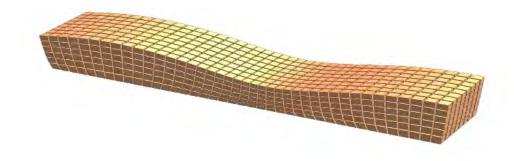


S-Welle

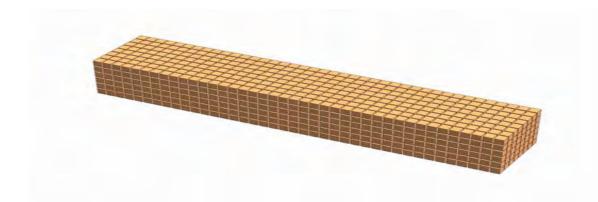


Oberflächenwellen (surface waves)

Rayleigh-Welle



Love-Welle

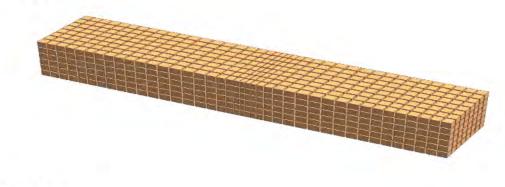




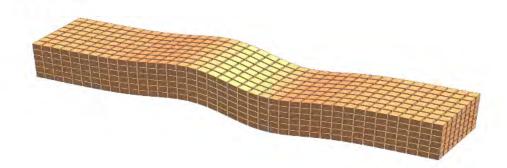
# Typen von seismischen Wellen

Raumwellen (body waves)

P-Welle

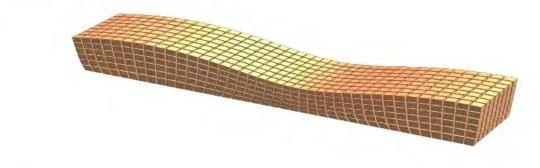


S-Welle

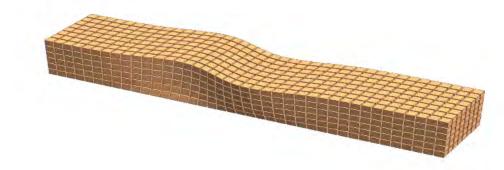


Oberflächenwellen (surface waves)

Rayleigh-Welle



Love-Welle





Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology Wie misst man nun seismische Wellen?

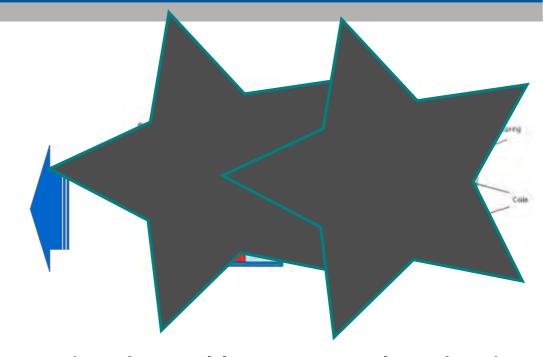
Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Und was messen wir da eigentlich?









Spannungen, proportional zu Geschwindigkeiten,  $v \sim \mu m/s$  (1 Mio. mal langsamer als gehen)

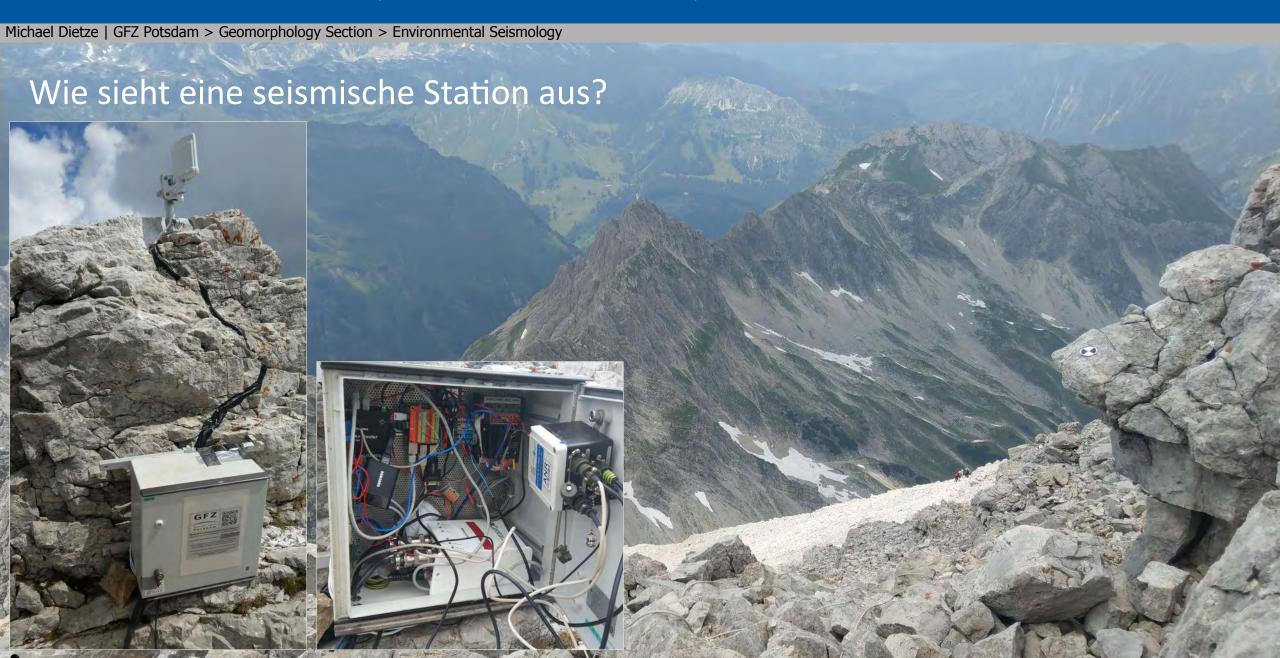
Frequenzen zwischen 1–100 Hz (1 Hz Ruhepuls, hörbarer Bereich ab ca. 16 Hz)

200 Messungen pro Sekunde, 720.000 pro Stunde, 17 Mio pro Tag, 6.3 Mrd pro Jahr

Die Suche nach der Nadel im Heuhaufen: Ereignisse (Sekunden) in jahrelangen Daten



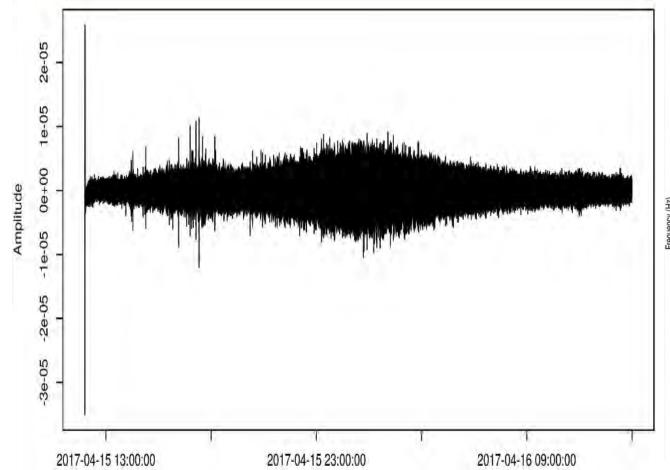
Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology Wie sieht eine seismische Station aus?



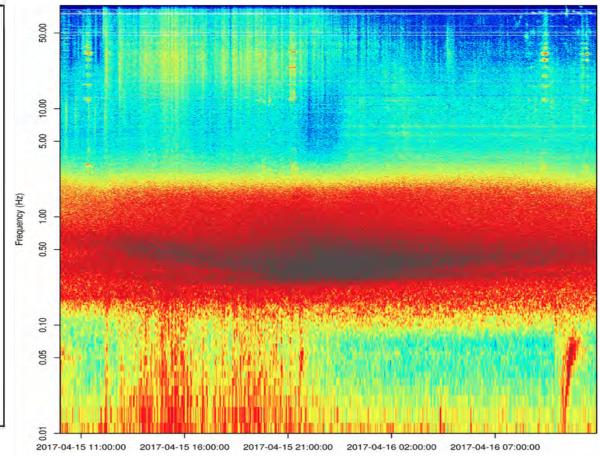


#### Wie sehen die Messdaten aus?

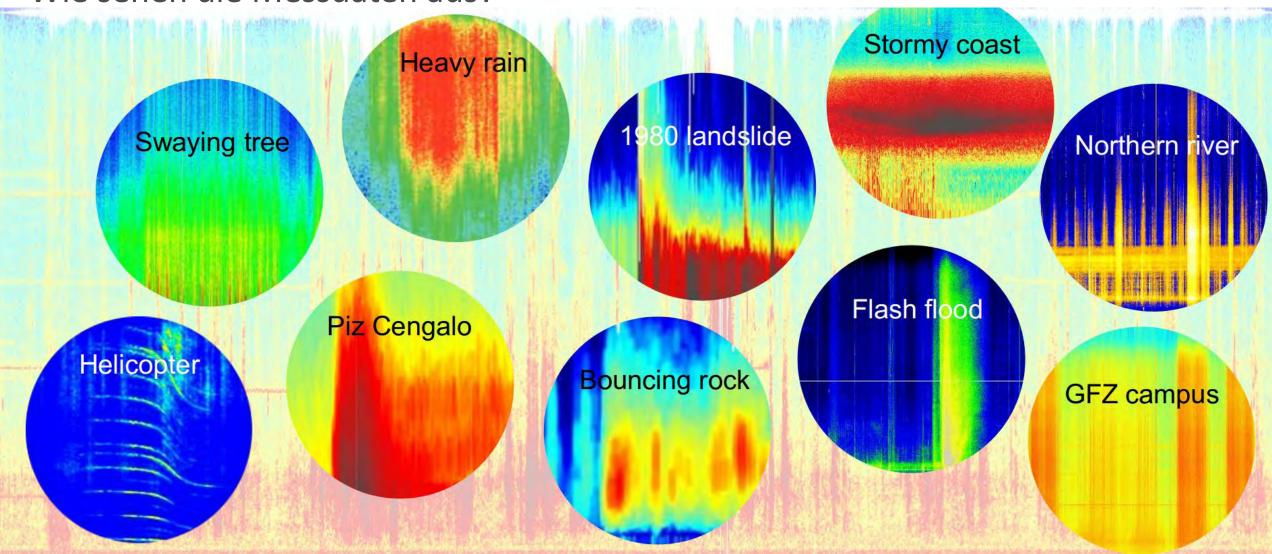
Die Zeitreihe (time domain, wave form)



Das Spektrogramm (frequency domain)

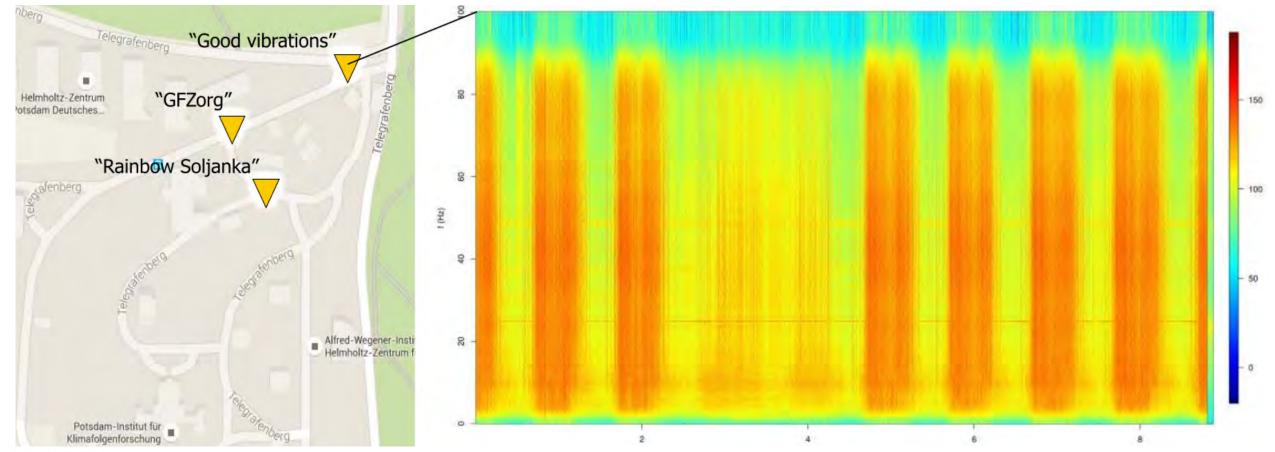


#### Wie sehen die Messdaten aus?



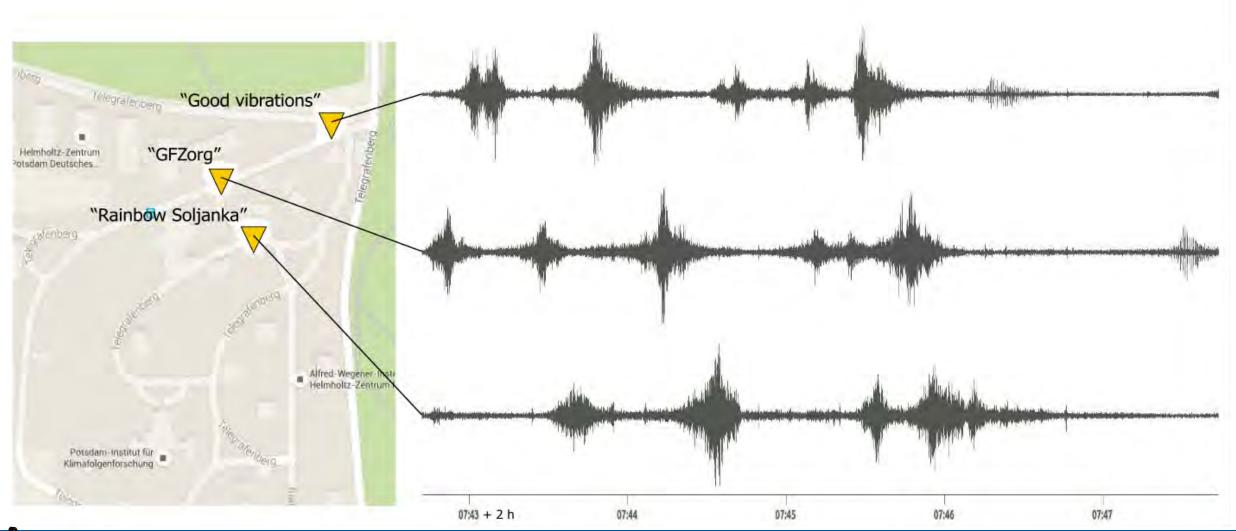


#### Ein Anwendungsbeispiel I – der Campus des GFZ Potsdam



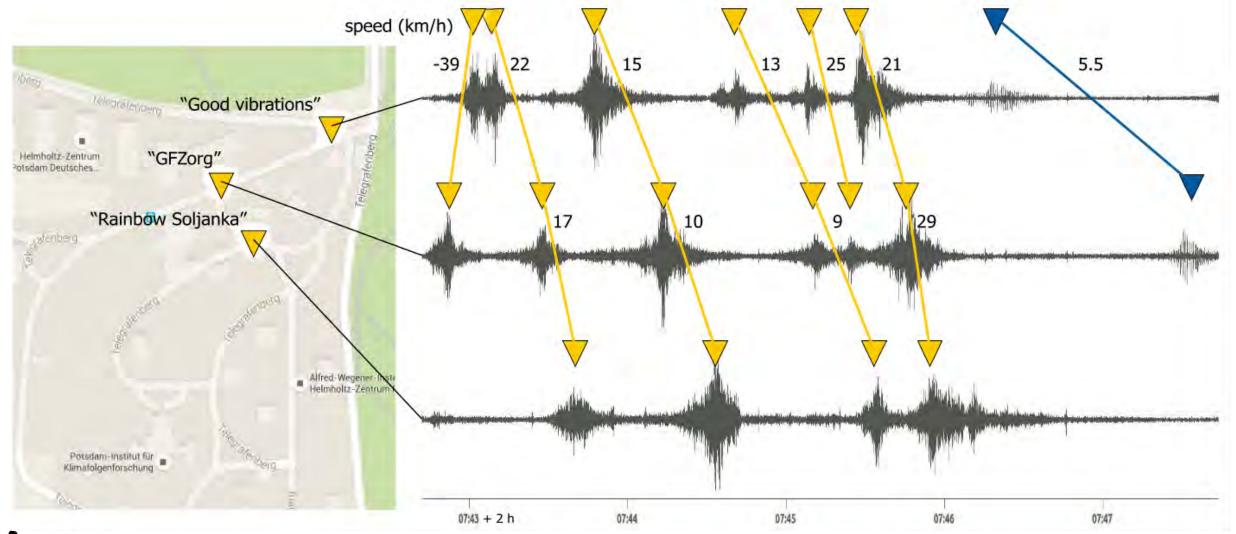


#### Ein Anwendungsbeispiel I – der Campus des GFZ Potsdam





#### Ein Anwendungsbeispiel I – der Campus des GFZ Potsdam





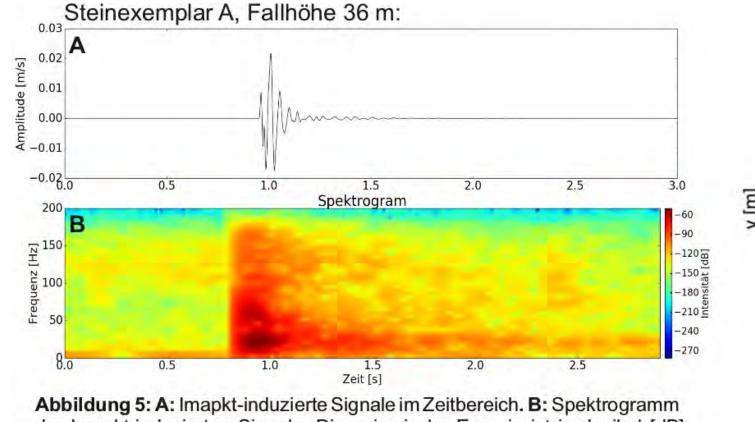


#### Anwendungsbeispiel II – Steinschlag, aber bei Demmin?

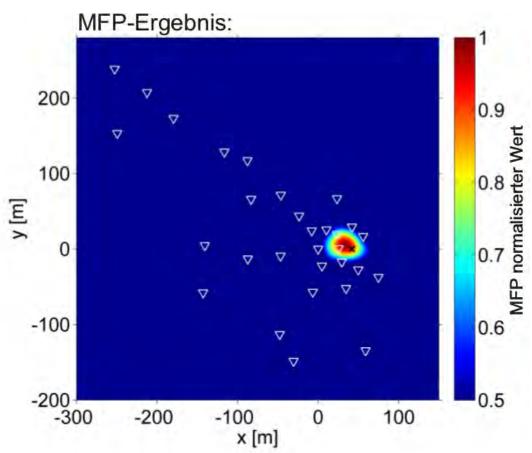




#### Anwendungsbeispiel II – Steinschlag, aber bei Demmin?



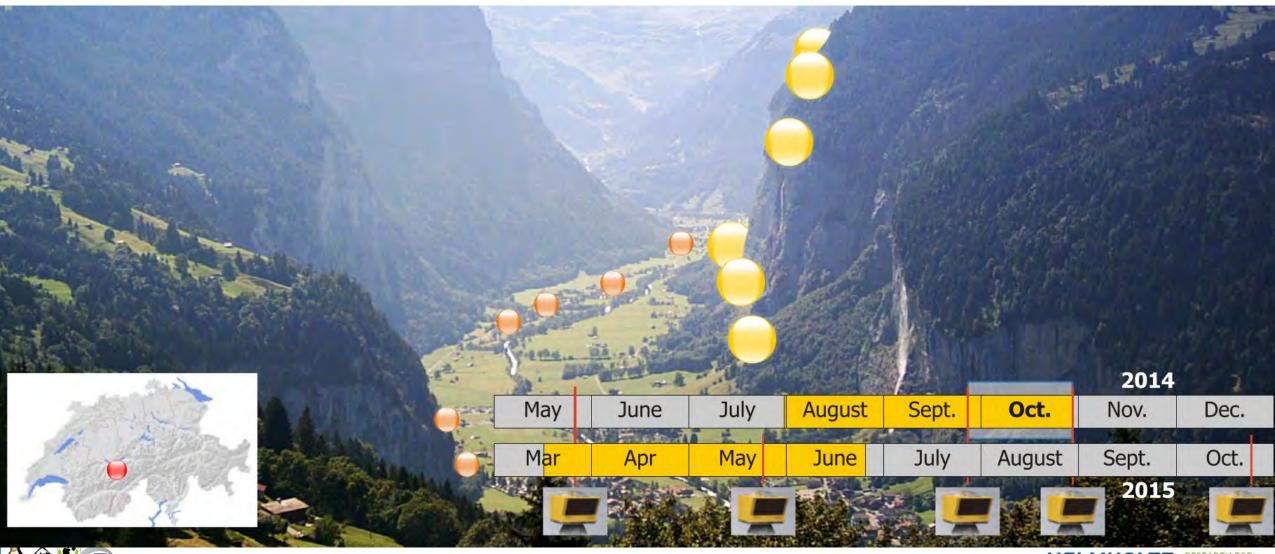
der Impakt-induzierten Signale. Die seismische Energie ist in decibel [dB] angegeben.



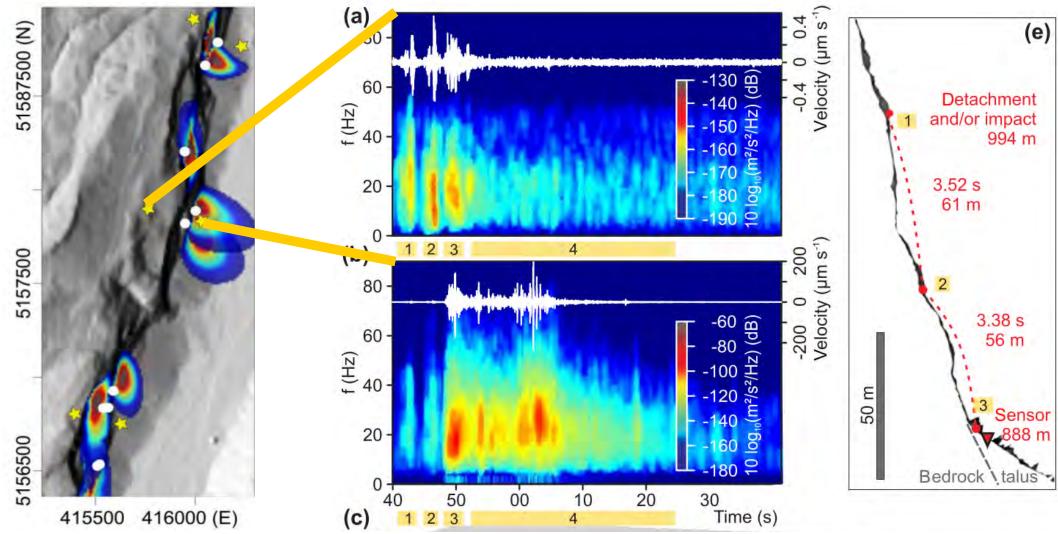


Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

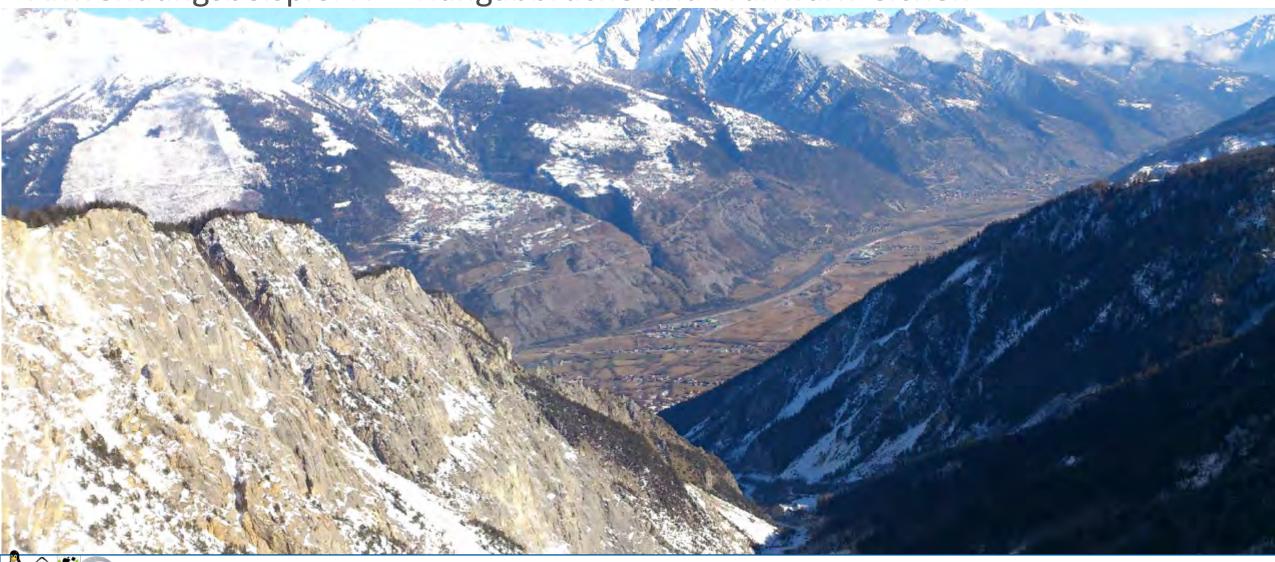
#### Anwendungsbeispiel III – Steinschlag in den Alpen



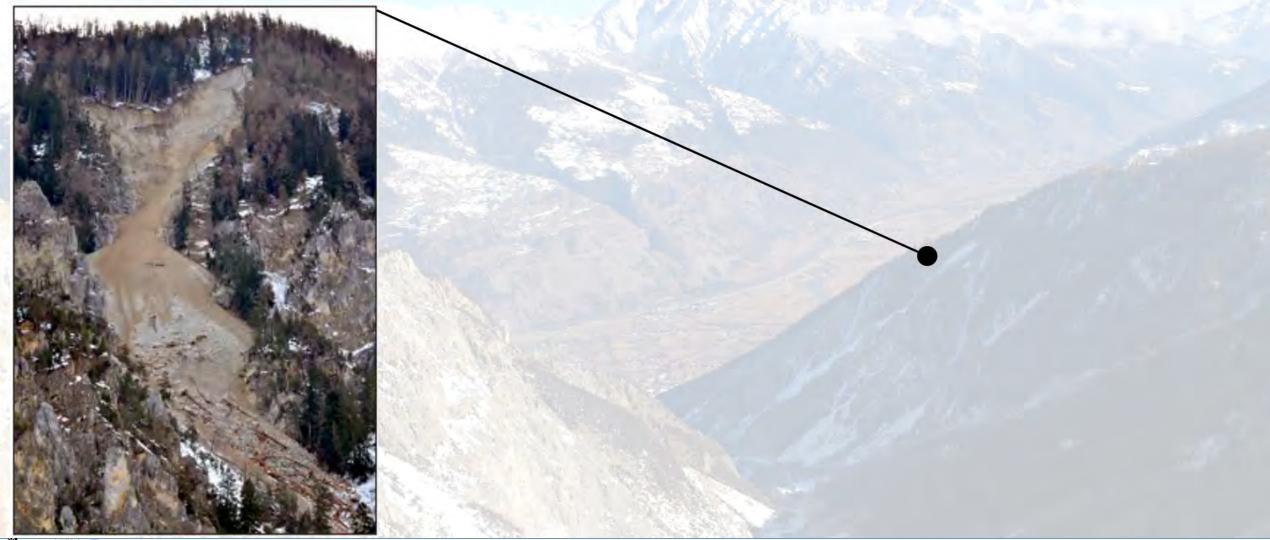
#### Anwendungsbeispiel III – Steinschlag in den Alpen



Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

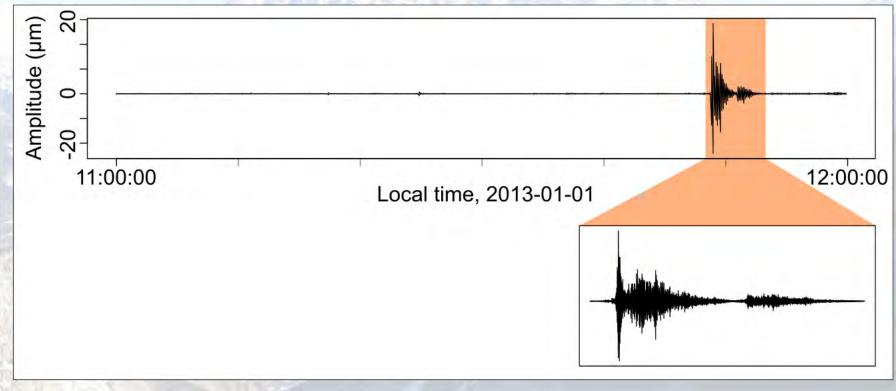




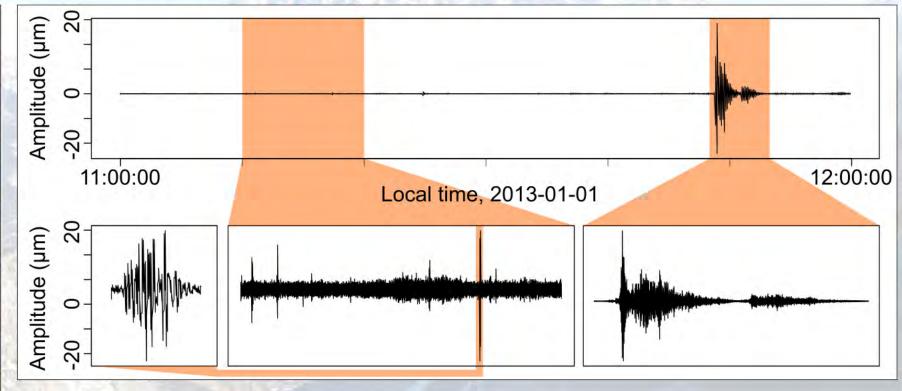


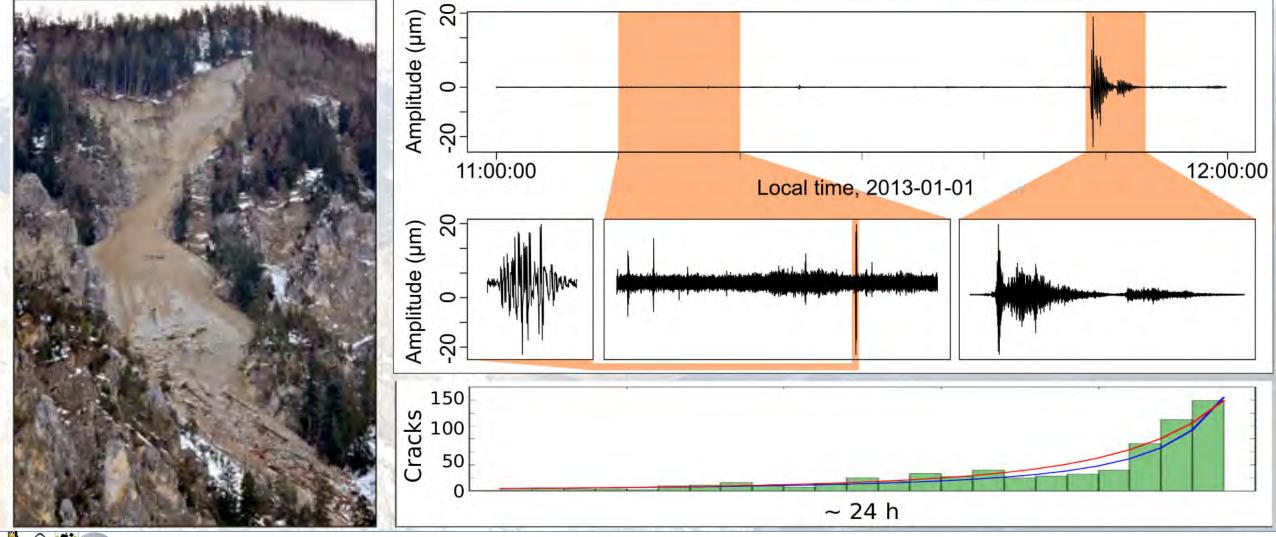






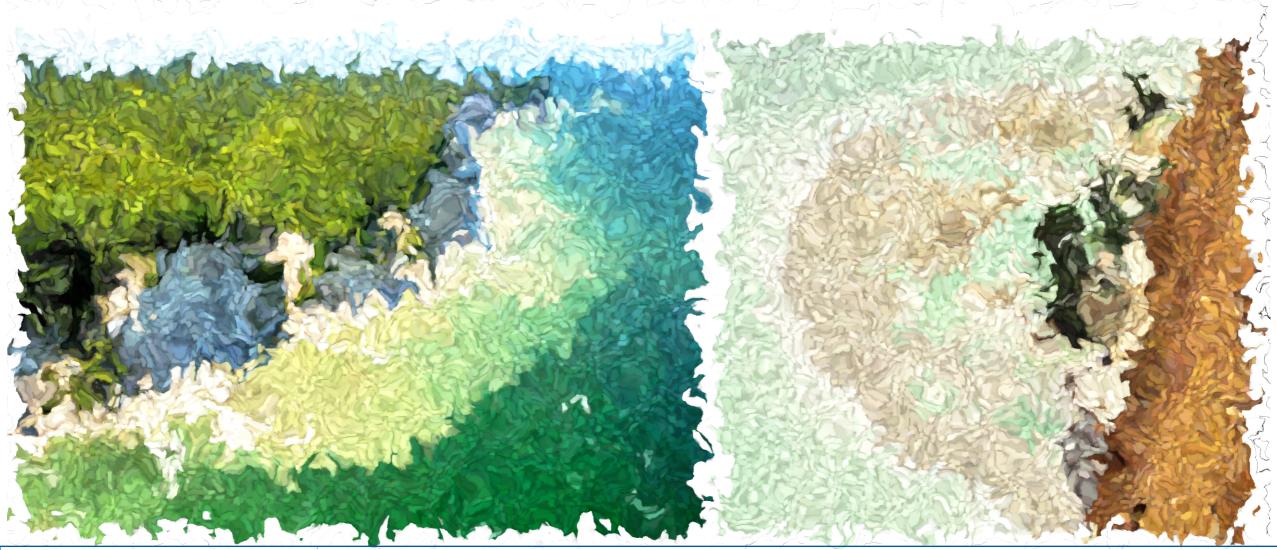






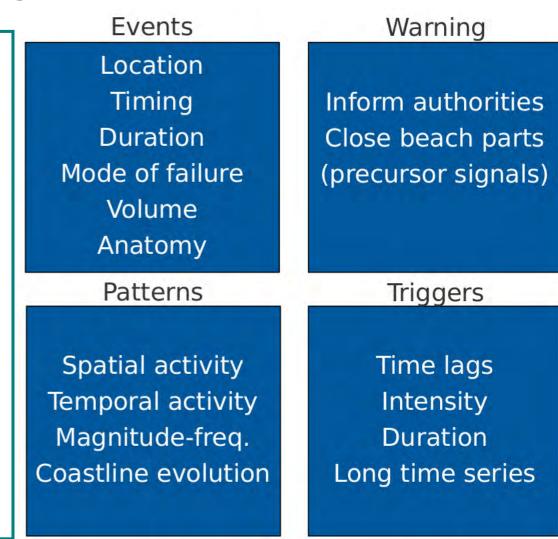
Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

# Steile und instabile Hänge gibt es auch auf Rügen...



Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Steile und instabile Hänge gibt es auch auf Rügen...





Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology Steile und instabile Hänge gibt es auch auf Rügen...

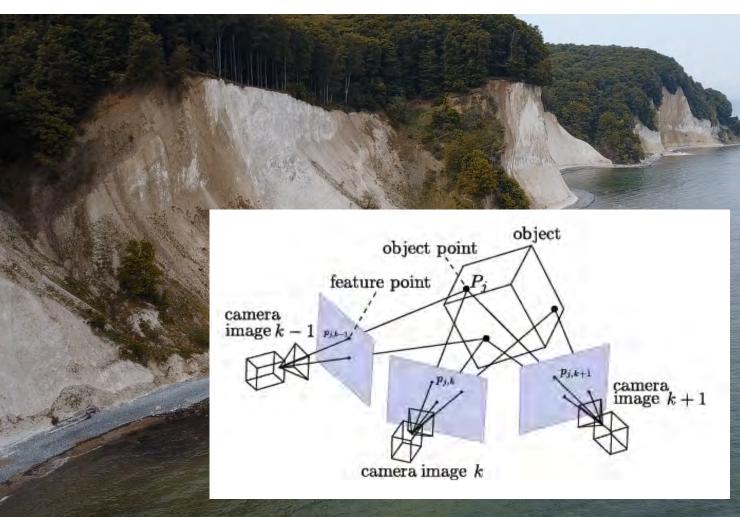
# Steile und instabile Hänge gibt es auch auf Rügen...

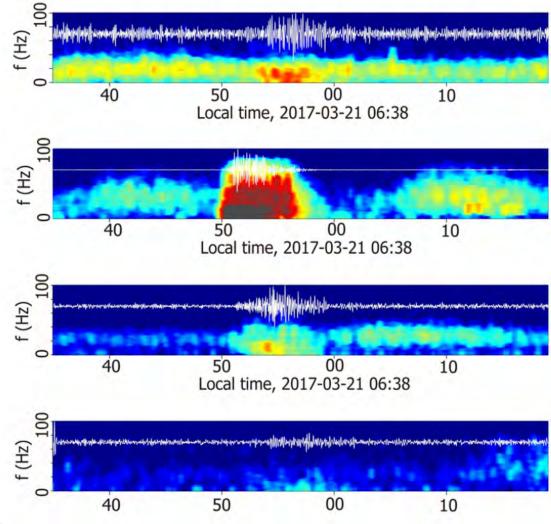




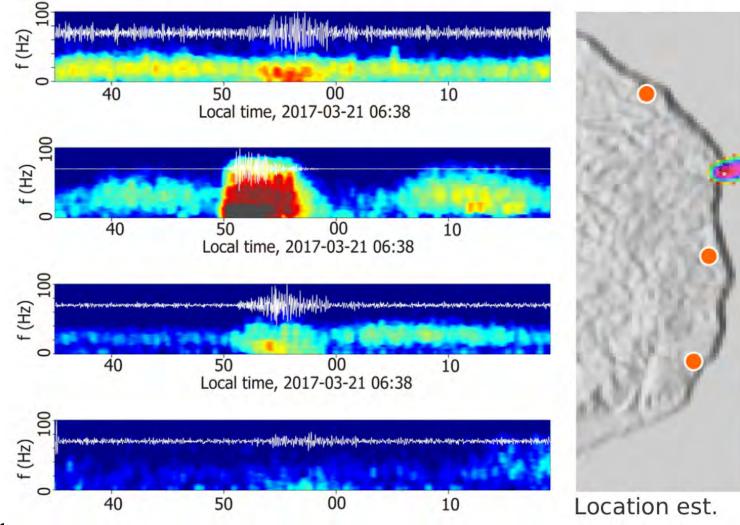
# Steile und instabile Hänge gibt es auch auf Rügen...

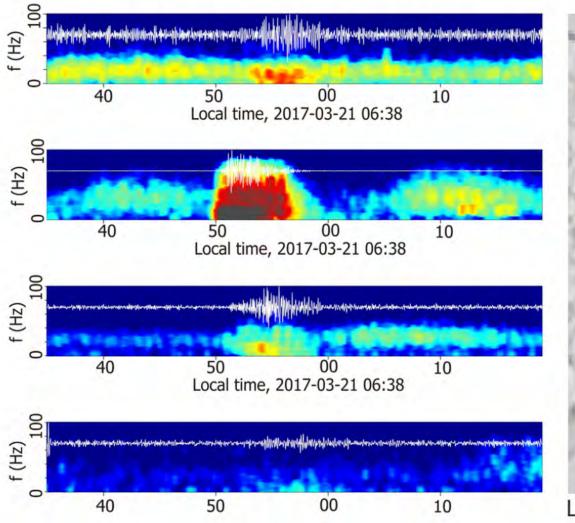








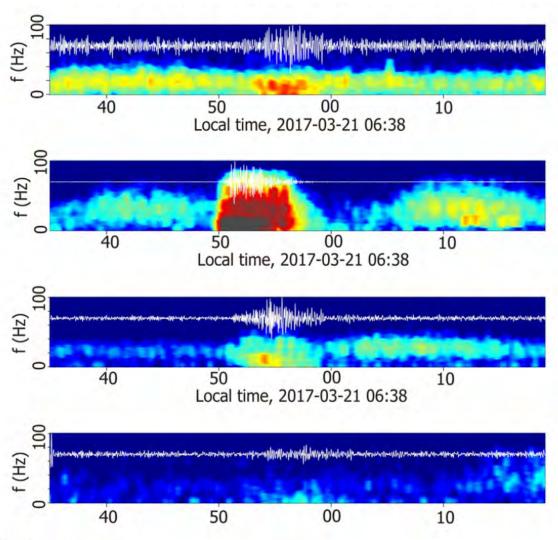








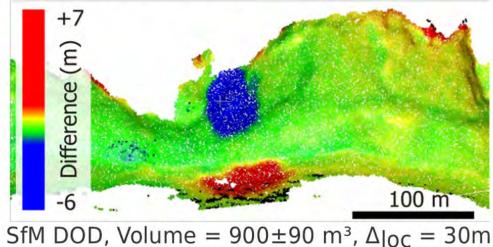
NP staff, 2017-03-24, est. Volume =  $800 \text{ m}^3$ 



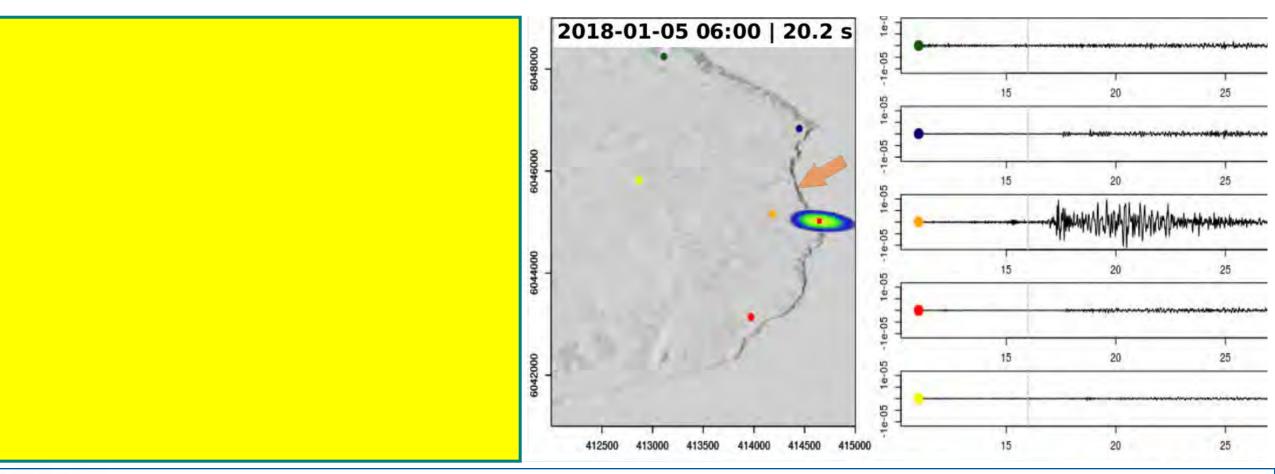




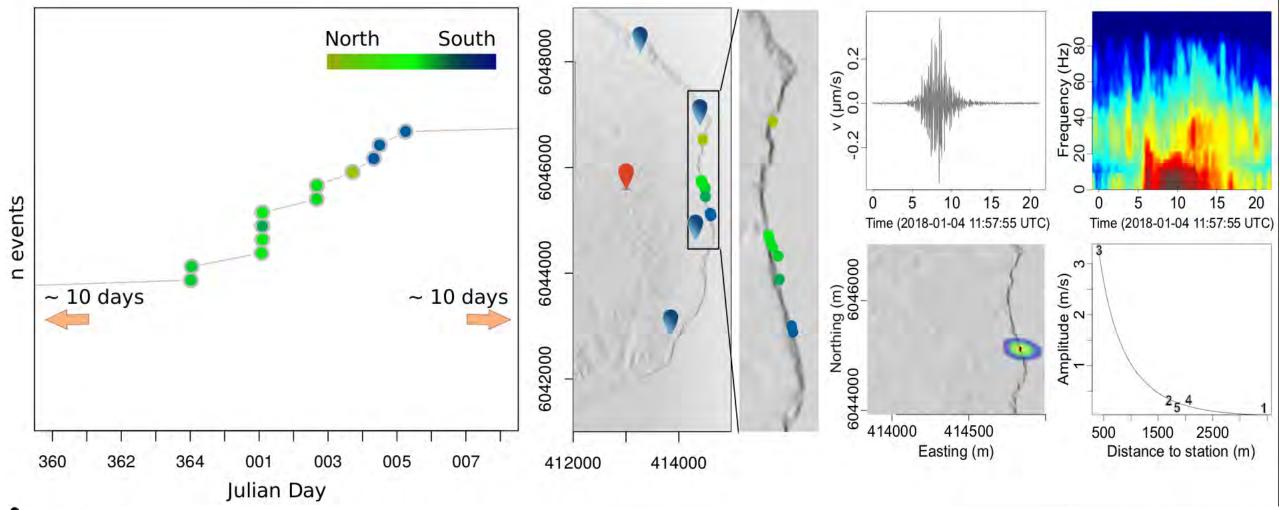
NP staff, 2017-03-24, est. Volume =  $800 \text{ m}^3$ 



# Ein Ereignis irgendwann zum Jahreswechsel?

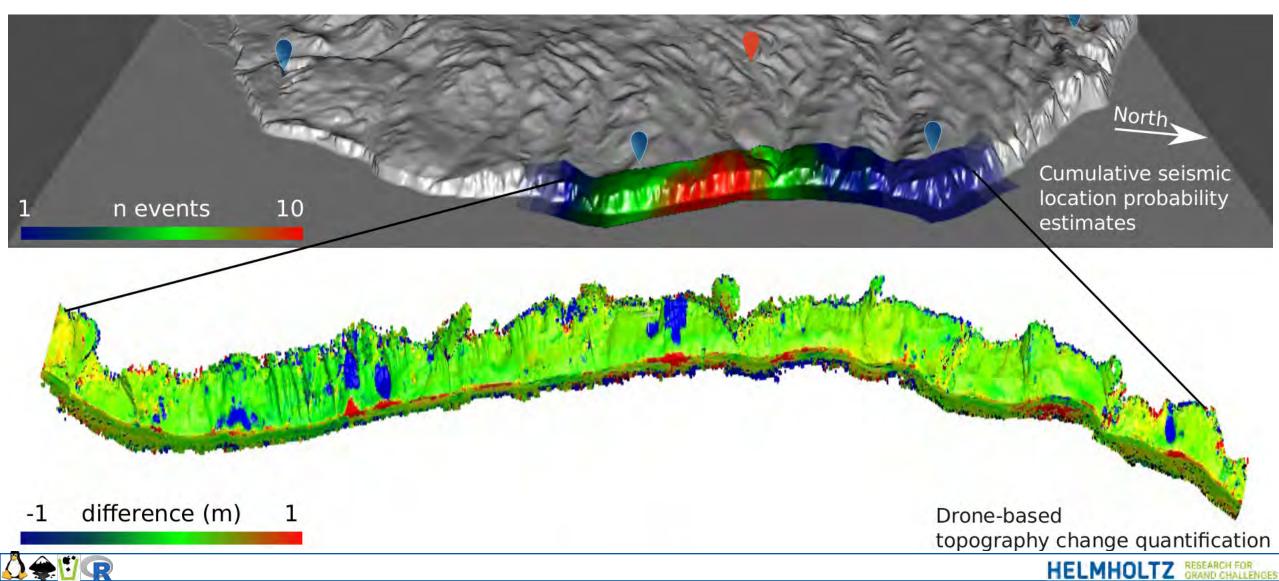


## Zwölf Ereignisse, entlang eines ganzen Küstenabschnittes!



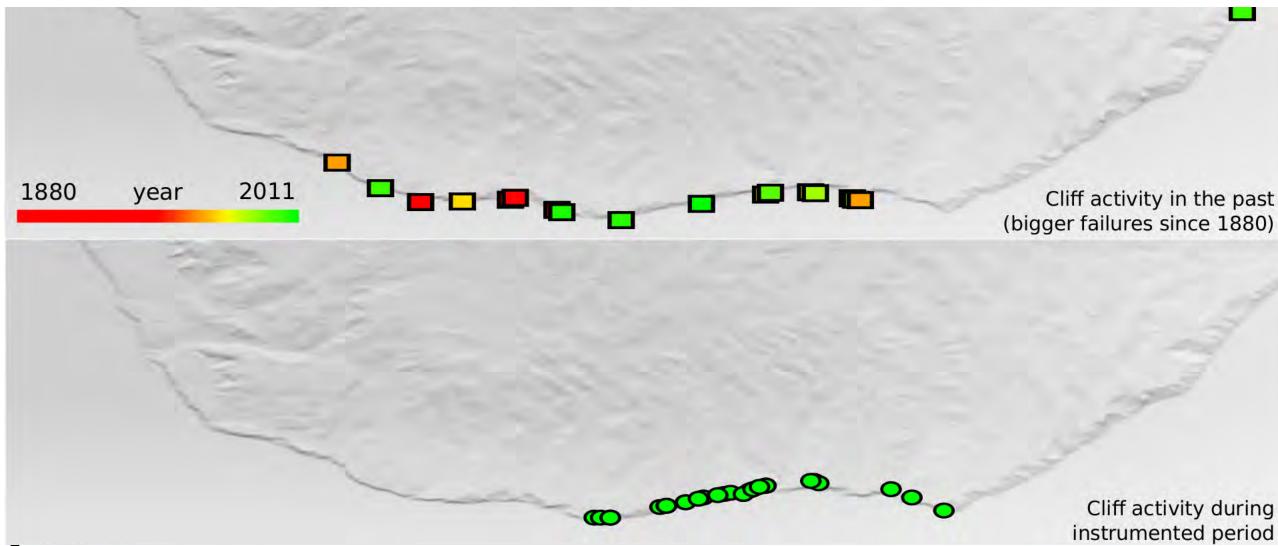
Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Blick auf ein Jahr Daten: März 2017 bis März 2018



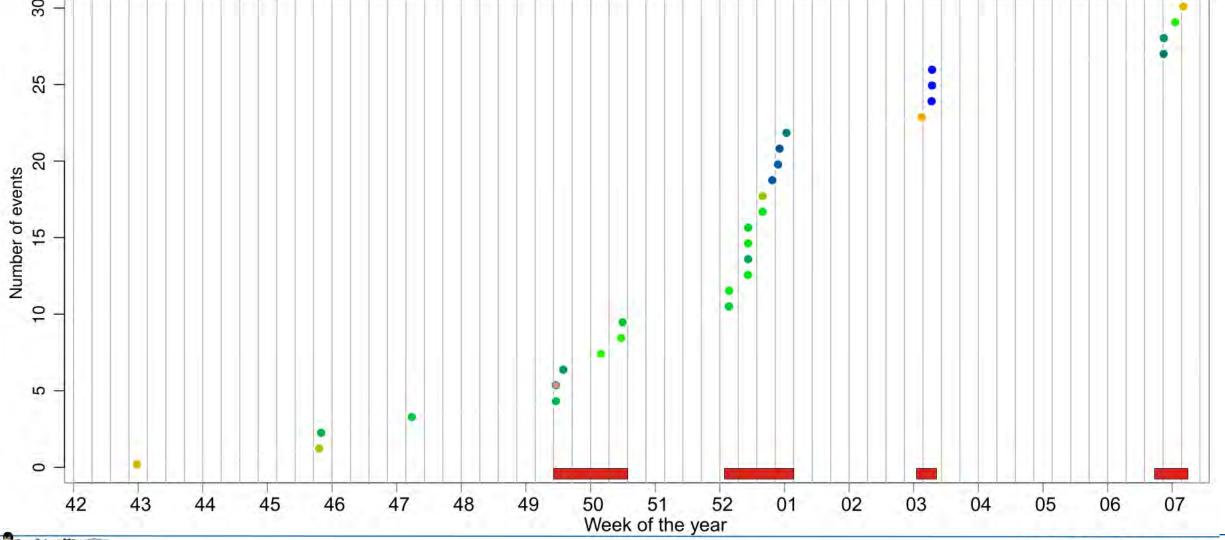
Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Blick auf ein Jahr Daten: März 2017 bis März 2018

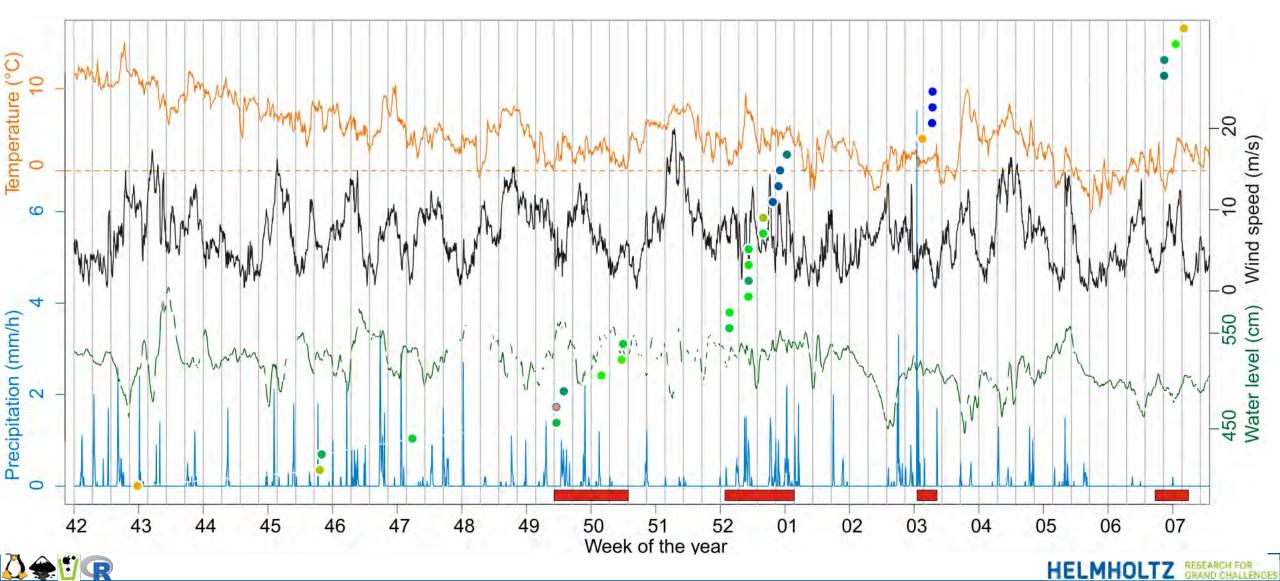




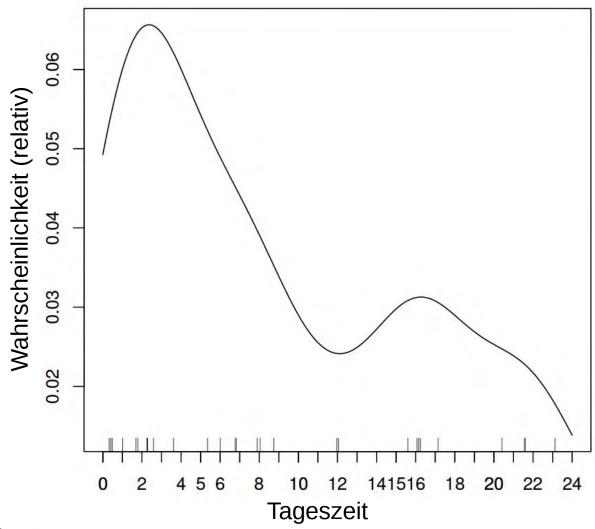
# Vom Wo zum Wann – Ereignisse kommen selten allein



#### Und was löst sie aus?



# Ein anderer Blick auf das "Wann" der Ereignisse



### Mögliche Ursachen:

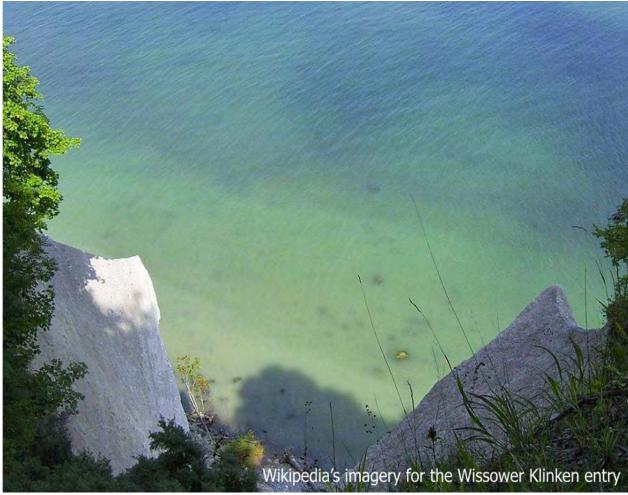
- Grund/Bodenwasserzyklus (nur im Sommer von Bedeutung
- Tagesgang der Temperatur (kaum Frost-Tau-Wechsel)
- Land-See-Wind-System
- Salzkristallisation und Aufweichung durch Relative Feuchte im Tagesgang

Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

## Ein Blick zurück – Der Fall "Wissower Klinken"

April 2004 Juni 2005





Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

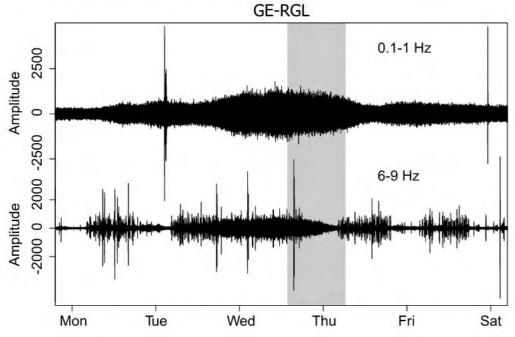
#### Ein Blick zurück – Der Fall "Wissower Klinken"

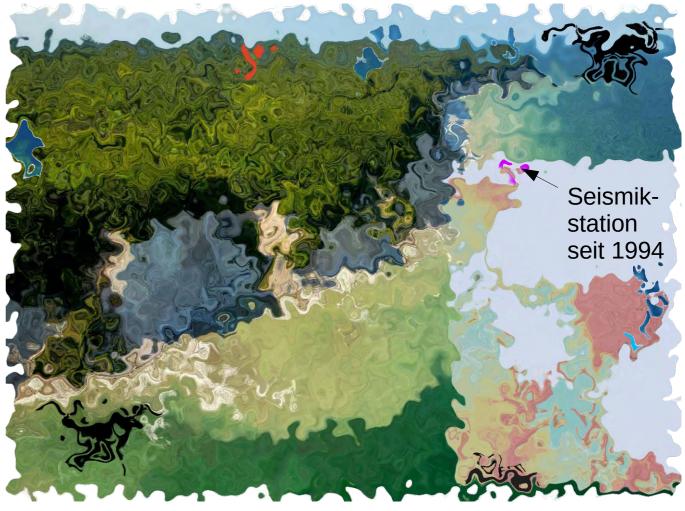
April 2004 Juni 2005



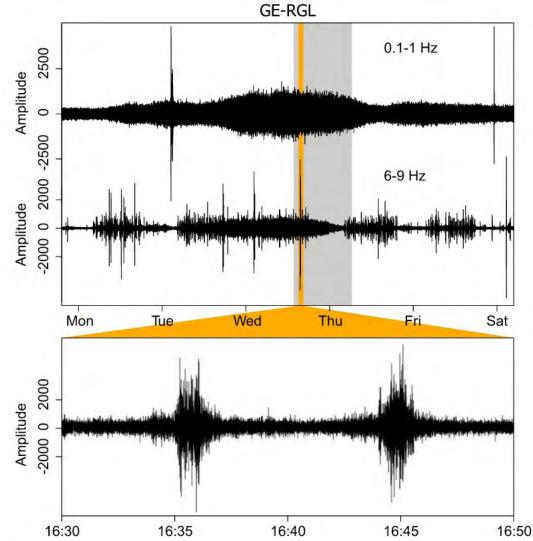


# Ein Blick zurück – 25 Jahre Seismikdaten von Rügen

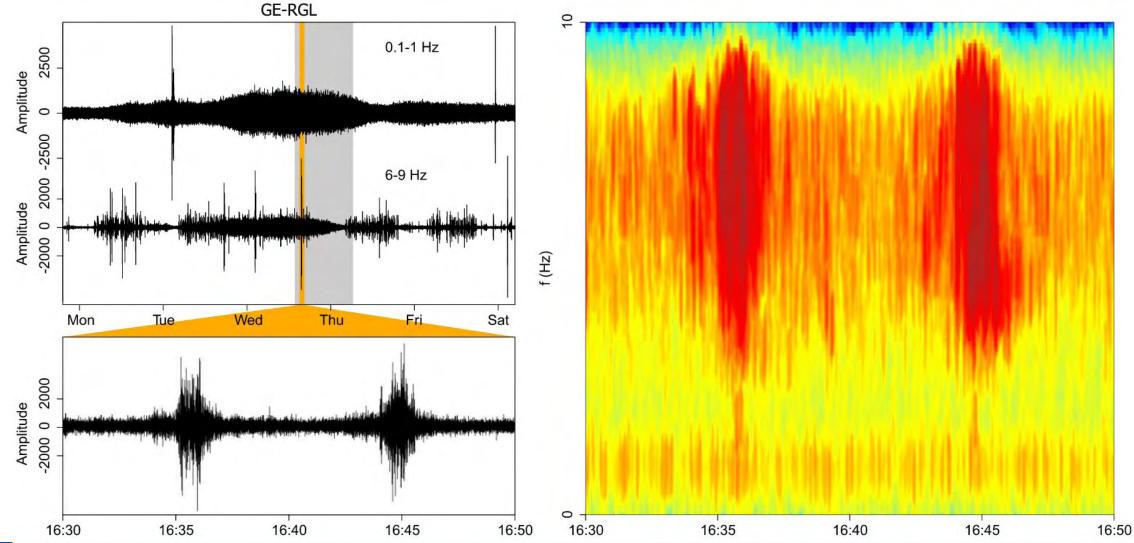




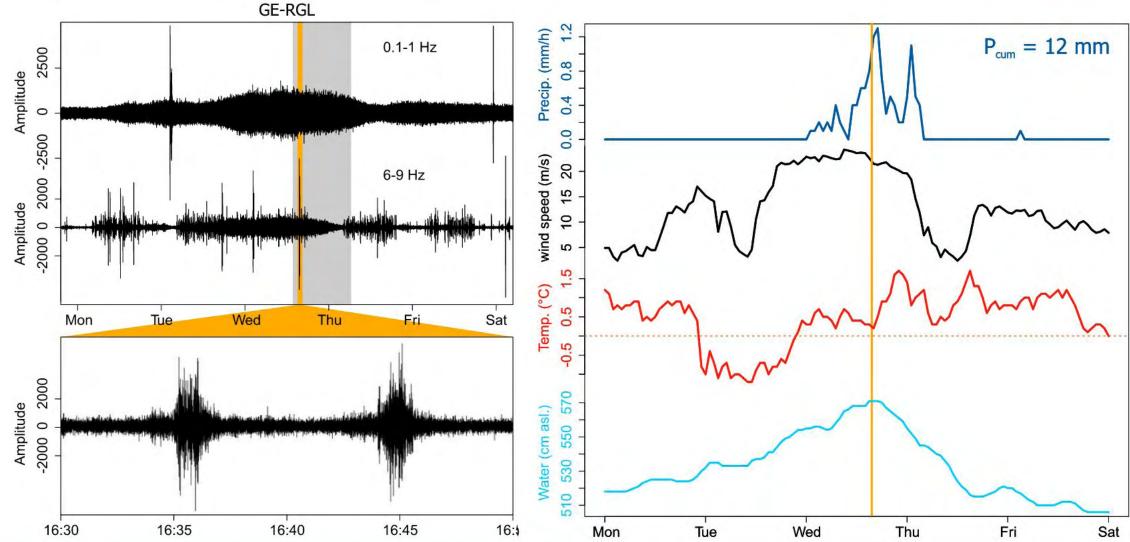
# Ein Blick zurück – Die Suche nach den Signalen des Abbruchs



# Ein Blick zurück – Die seismische Signatur der Abbrüche



# Ein Blick zurück und auf die möglichen Auslöser



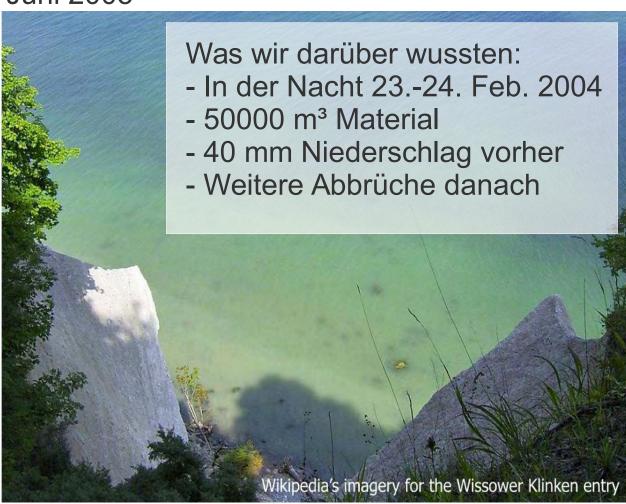


Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Die Abbrüche der Wissower Klinken neu beleuchtet

April 2004 Juni 2005





Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Die Abbrüche der Wissower Klinken neu beleuchtet

April 2004 Juni 2005



# Was wir darüber wussten: - In der Nacht 23.-24. Feb. 2004 - 50000 m<sup>3</sup> Material - 40 mm Niederschlag vorher - Weitere Abbrüche danach Was wir nun noch dazu wissen: - Am 23. Feb. 2004, 16:35-16:45 - Zwei getrennte Abbrüche - Regen kann beigetragen haben - Wellenschlag & Wind ebenso Wikipedia's imagery for the Wissower Klinken entry

Michael Dietze | GFZ Potsdam > Geomorphology Section > Environmental Seismology

#### Also? Wie fassen wir das alles zusammen?

Seismische Instrumente und Verfahren erlauben detaillierte Einblicke in die Dynamik des Kliffs (Was, Wie, Wo, Wann, Wie viel, ...).

Pilotstudie 2017-2018 rundweg erfolgreich. Längere Instrumentierung erlaubt:

- Robustere Kopplung von Ereignissen mit Auslösern
- Suche nach möglichen Anzeigern von Aktivität
- Aussagekräftige Muster der Ereignisse (räumlich, saisonal, täglich)

## Zukünftige Aktivitäten

- Untersuchung weiterer vergangener Ereignisse (bis 1994, und darüber hinaus)
- Erarbeitung eines Liveübertragungs- und Analyseschemas, Info-Website/App
- Entwicklung von Methoden, um Änderungen des Untergrundes zu monitoren



