Klimawandel und Felsstürze in den Alpen – das Beispiel Hochvogel

Ein Berg bricht!

Der Berg Hochvogel (2.592 m ü.M.) liegt direkt an der österreichisch-deutschen Grenze und stellt ein beliebtes Ziel für Wanderer dar. Der südliche Wanderweg zum Gipfel wurde von der Regierung Österreichs im Jahr 2014 wegen des hohen Steinschlagrisikos offiziell geschlossen. Der Gipfel ist jedoch noch über die stabile Nordseite erreichbar. (1)

- **▲** Gewaltiger Riss im Gipfelbereich
- ▲ Teilung in stabilen NW-Teil und instabilen SO-Teil
- **▲** Analyse von Luftbildern (1945 2017): Hauptriss hat sich um mehr als 20 Meter verlängert
- A Hauptspalt ist zwischen 2014 und 2020 um 35 cm gewachsen, bei einer mittleren Bewegungsrate von bis zu 9,6 mm pro Monat
- A Forscher vermuten zeitnah den größten Felssturz der letzten 3000 Jahre in den Nordalpen (1),(2)

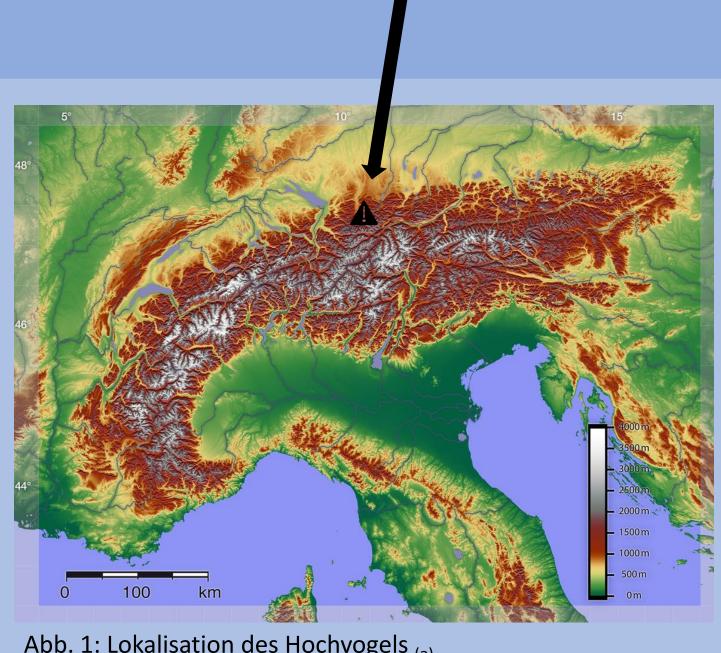


Abb. 1: Lokalisation des Hochvogels (a

Volumenschätzung für potentielle Rutschkörper

Volumenschätzung möglicher Volumina

| Volumen je Segment | m ³ |
|--------------------|----------------|
| 1 | 14.300 |
| 2 | 66.100 |
| 3 | 12.400 |
| 4 | 13.700 |
| 5 | 7.900 |
| 6 | 147.700 |
| Gesamtvolumen | 262.100 |

260.000 m³

= 3.250 x

Tab. 1: Volumenschätzung möglicher Volumina nach Segmenten (f)

- A Risse haben den Gipfelbereich in einzelne Segmente unterteilt
- ▲ Laut Forscher Krautblatter (TU München) "werden nicht alle auf einmal runterfallen, sondern in verschiedenen Türmen"
- A Pläne wurden errechnet und verschiedene Szenarien beschrieben: Beispielsweise könnte das abbrechende Gestein in Gebirgsbäche fallen und sich dadurch dann Muren entwickeln. (2)

Wer ist von der Gefahr betroffen?

- **A** Bergwanderer
- **▲** Das nah gelegene Hinterhornbach (Tirol) bliebe bei einer max. Abbruchmasse, laut Modellierungen, verschont.
- **ALSO:** niemand direkt betroffen!
- A ABER: Bevölkerung und Bergwanderer müssen gewarnt werden!
- → Kein Mensch darf sich während des Extremereignisses in der Gefahrenzone befinden! (1),(2)



Abb. 2: Gefahrenschild unmittelbar vor dem Hauptspalt im Gipfelbereich (Blickrichtung Süden)

Abb. 3: Hauptriss im Gipfelbereich (Blickrichtung Westen) (c)

Einrichtung eines Frühwarnsystems

Frühwarnsysteme können verhindern, dass sich beim Ereignis Menschen in der

Gefahrenzone befinden. (3)

Messtechnik (Multimethodenansatz)

Geodäsie

Photogrammetrie

Seismische Untersuchungen:

- Geophone zeichnen Bodenbewegungen auf
- Messung der Schwingungsfrequenz des Berges
- → Gewinn an Vorwarnzeit: man sieht schon unten, was oben passieren wird

Abstandsmesser in den Spalten (automatische Meldung von Bewegungen über Funk)

Satelliten- und Flugzeugaufnahmen

Drohnenkamera mit Luftbildern

→ Berechnung einer 3D - Abbildung des Gipfels Regenmesser

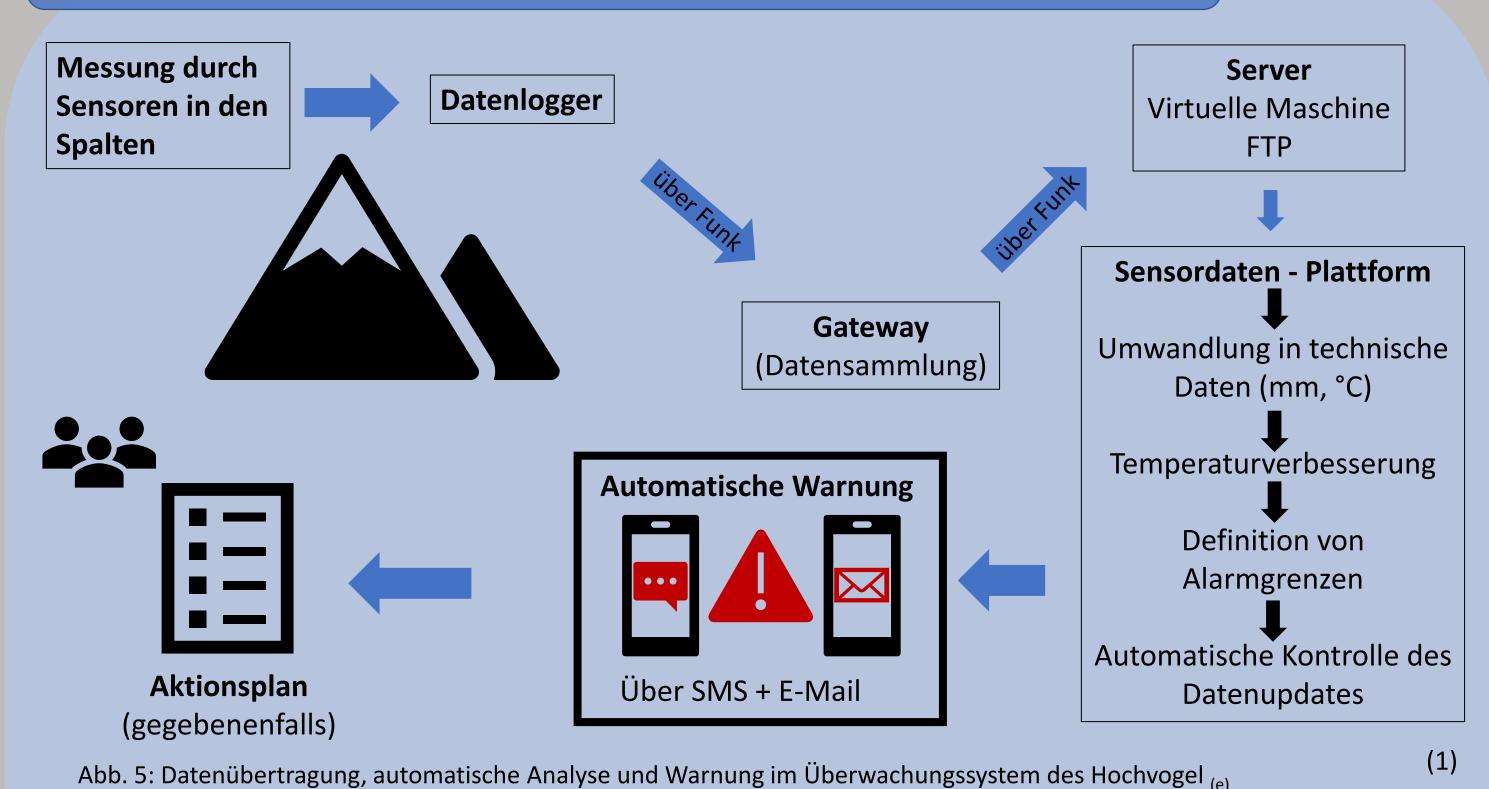
Webcam

Tab. 2: Genutzte Messtechnik (Multimethodenansatz) (g)

Abb. 4: Elektriker bei der Installation einer Solarzelle (Blickrichtung Osten) (d)

Überwachungssystem des Hochvogel, eigene Darstellung nach (1); (f) Tab. 1: Volumenschätzung möglicher Volumina nach Segmenten nach (1); (g) Tab. 2: Genutzte Messtechnik (Multimethodenansatz) nach (1), (2), (4)

Vereinfachte Darstellung des Frühwarnsystems



Alarm geht zuerst an den Experten \rightarrow Beurteilung des Alarms \rightarrow eventuell

Bestätigt sich der Alarm, so wird mit folgenden Personengruppen kommuniziert: Bürgermeistern, Alpenverein, Bergwacht, Seilbahnen, Berghüttenpersonal, Bayerisches Landesamt für Umwelt (1)

Wann wird der Berg brechen?

- **▲** Genaue Vorhersage nicht möglich
- Annahme: Beschleunigung im Berg kurz vor einem auftretenden Felssturz (1) Wenige Tage vorher werden die Forscher in der Lage sein einen drohenden Absturz zu prophezeien und dementsprechend Warnungen geben können. Eventuell müssen auch

mehrere Warnungen gegeben werden, bevor die Felsmassen tatsächlich stürzen. (2)

(1),(2),(4)

Fazit

Was kann vom Hochvogel gelernt werden?

Weitergabe → Vermeidung von Fehlalarmen

Bisher konnte kein Felssturz so genau untersucht werden. Die Erkenntnisse der Wissenschaftler sind auf weitere Großereignisse übertragbar. Innerhalb einer Woche ist es möglich die gesamten Messinstrumente auf einem anderen Berg zu installieren. (1)

Literatur (1) Leinauer, Johannes; Jacobs, Benjamin; Krautblatter, Michael (2020): Anticipating an imminent large rock slope failure at the Hochvogel (Allgäu Alps). In: Geomechanics and Tunnelling 13 (6), S. 597–603. DOI: 10.1002/geot.202000027.Literaturverzeichnis; (2) Kerckhoff J. (2019): Die Alpen in Bewegung. Planet Wissen, 22.05.2019. Online verfügbar unter https://www.planet-wissen.de/video-bergsturz--die-alpen-in-bewegung-100.html, zugegriffen am 25.02.2021.; (3) Sabine Lindlbauer (2019): Extreme - Das neue Normal? Klimawandel in Bayern. Bayerischer Rundfunk, DokThema, 27.03.2019. Online verfügbar unter https://www.br.de/mediathek/video/dokthema-27032019-extreme-das-neue-normal-klimawandel-in-bayern-av:5c640019a8579500181be45c, zugegriffen am 27.02.2021.; (4) Dietze, M.; Krautblatter, M.; Illien, L.; Hovius, N. (2021): Seismic constraints on rock damaging related to a **Tobias Haibel** failing mountain peak. The Hochvogel, Allgäu. In: Earth Surf. Process. Landforms 46 (2), S. 417–429. DOI: 10.1002/esp.5034. März 2021 Abbildungen (a) Abb. 1: Lokalisation des Hochvogels, veränderte Darstellung nach Perconte - based on SRTM-Data, CC BY-SA 2.5, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=602322; (b); Abb. 2: Gefahrenschild unmittelbar vor dem Hauptspalt im Gipfelbereich (Blickrichtung Süden), eigene