



Klimasensitive, hochalpine Kare: Projekt Sattelkar

Zwischenbericht 1: 2018

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 Bundesministerium
Nachhaltigkeit und
Tourismus

 LE 14-20
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums.
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



www.hohetauern.at



Inhaltsverzeichnis

Motivation.....	3
a. Problemstellung.....	3
b. Das Sattelkar und seine Nachbarkare	3
c. Ziele und wissenschaftliche Fragestellungen	5
Durchgeführte Arbeiten 2018	6
a. Konzeption und Konfiguration Monitoring Komponenten.....	6
b. Installation Monitoring Komponenten	6
c. Befliegung Sattelkar mit UAS (Unmanned Aerial System).....	7
d. Öffentlichkeitsarbeit.....	8
Vorläufige Ergebnisse 2018	9
a. NSTL Sattelkar	9
b. Orthophoto, Oberflächen und Geländemodell 2018.....	9
Ausblick 2019	11
a. Geplante Arbeiten und Analysen im Jahr 2019.....	11
Abbildungsverzeichnis	12
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	12





Motivation

a. Problemstellung

Die durchschnittliche Jahrestemperatur ist in Österreich seit 1880 um rund 2 °C gestiegen (APCC, 2014). Diese Temperaturerhöhung liegt weit über dem globalen Durchschnitt von 0,85 °C (IPCC, 2013). Auch künftig ist im Alpenraum eine stärkere Temperaturerhöhung als im weltweiten Mittel zu erwarten. Dabei ist eine Erhöhung von bis zu 4 °C bis zum Jahr 2100 möglich.

Kare sind prägende Landschaftselemente des Hochgebirges und reagieren besonders sensitiv auf klimatische Veränderungen wie Temperaturerhöhung oder flüssigem Niederschlag. Gletscherschwund ist eine der sichtbarsten Folgen, mit dem Rückzug des Eises werden Felsareale und Lockermaterial freigelegt und deren Temperaturhaushalt beeinflusst (Otto and Keuschnig, 2014). Es gibt aber auch unsichtbare Veränderungen, u.a. Veränderungen im dauergefrorenen Untergrund – dem Permafrost. Daraus resultieren Schwächungen des Gebirges und eine vermehrte Mobilisierbarkeit von Lockermaterial durch Starkniederschläge dar. Eine mögliche Konsequenz ist das vermehrte Auftreten von Massenbewegungen wie Rutschungen und Muren (Krainer et al., 2012, Keuschnig et al., 2015) und damit steigende Risiken für Mensch und Infrastruktur (Höfer-Öllinger et al., 2015).

Besonders in den letzten Jahren konnten alpenweit zahlreiche Murgänge aus hochalpinen Karen dokumentiert werden. Aktuelle Studien aus den nördlichen Kalkalpen weisen auf eine klimabedingte Zunahme von Murgängen hin, Starkniederschläge mit mehr als 35 mm/d haben sich seit 1921 nahezu verdoppelt (Dietrich and Krautblatter, 2018). Beobachtungen in der Natur können jedoch nur schwer auf einzelne „Ursache-Wirkung“ Prozesse reduziert werden. Unter anderem reagieren Untergrundbedingungen, wie Permafrost, oft stark verzögert auf äußere Einflüsse. Wechselwirkungen zwischen atmosphärischen Einflüssen, den Oberflächeneigenschaften und des oberflächennahen Untergrunds sind bis jetzt wenig erforscht, langfristige Datenreihen sind kaum vorhanden. Diese sind aber wichtig für ein verbessertes Prozessverständnis, die Identifikation von Schwellenwerten und für die Kalibrierung von numerischen Modellen und in weiterer Folge für eine verbesserte Vorhersage der zukünftigen Entwicklung.

b. Das Sattelkar und seine Nachbarkare

Das Sattelkar, in einer Seehöhe zwischen 2130 und 2730 m ü.A. gelegen, stellt ein typisches hochalpines Kar dar. Es befindet sich im Obersulzbachtal, Gemeinde Neukirchen am Großvenediger, Salzburg. Es ist geprägt von Hangschutt und Felssturzaflagerungen der rundum aufragenden Granitgneiswände und wurde intensiv glazial und periglazial geformt. Es sind Hinweise auf einen fossilen Blockgletscher vorhanden, mehrere Moränenwälle sind Zeugen der letzten Vergletscherungen. Aufgrund der topographischen Lage und Höhe kann sporadisch mit Permafrostvorkommen gerechnet werden. Seit dem Jahr 2003 ist eine erhöhte Dynamik an Massenverlagerungsprozessen innerhalb des Kares zu erkennen, geschlossene Vegetationsbereiche wurden großflächig durch Schuttbereiche abgelöst (Abbildung 1).



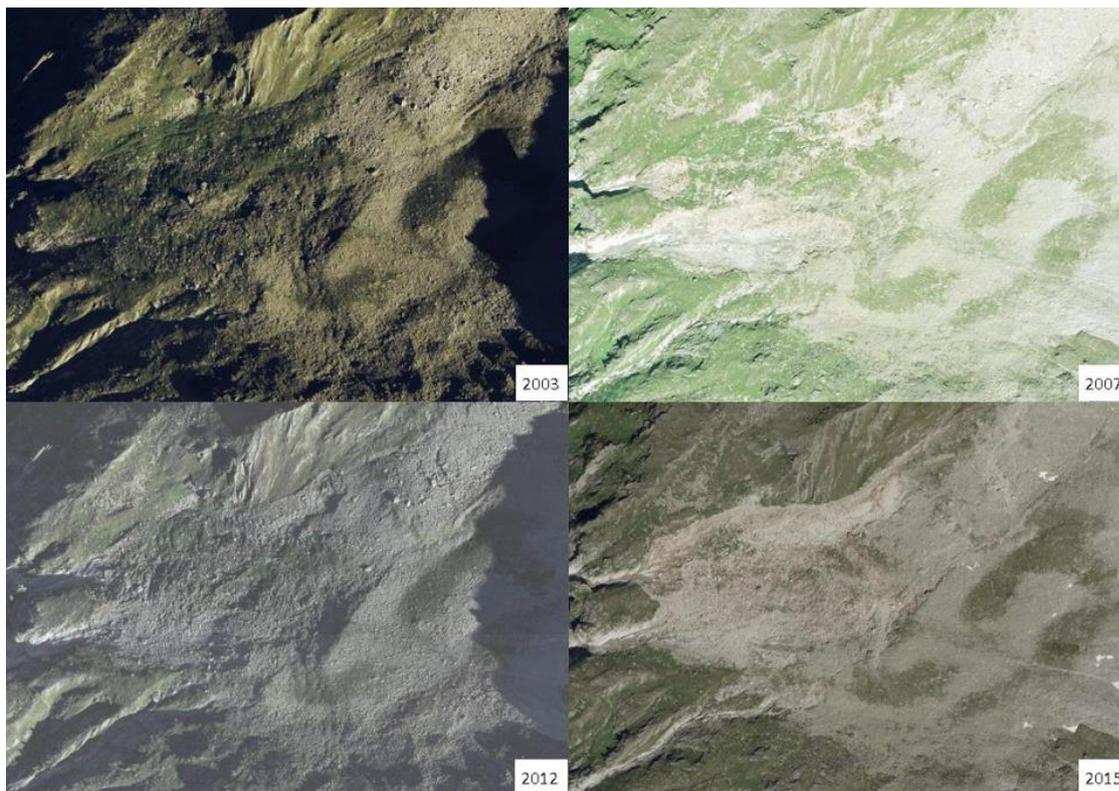


Abbildung 1: Luftbildvergleich Sattelkar; deutlich zu sehen ist die erhöhte Dynamik an Massenverlagerungsprozessen.

Im Sattelkar hat sich die Lockermaterialsbedeckung, beginnend an der Karschwelle und seit 2005 rasant rückschreitend in Bewegung gesetzt. Bisher ist davon auszugehen, dass Starkniederschläge ein stromartiges Abrutschen und Zerfließen der glazialen und periglazialen Strukturen auf der glatten Felsoberfläche verursachen. Luftbildanalysen, Zeugenberichte und Schadensereignisse dokumentieren eine vermehrte Aktivität des Kares und Murereignisse seit dem Sommer 2005. Seither nimmt die Ausdehnung und Bewegungsrate der Rutschung mehr und mehr zu. Mittlerweile sind über 13 ha und über 1.000.000 m³ Lockermaterial mit einer Bewegungsrate von mehr als 10 m/a in Bewegung (Abbildung 2).

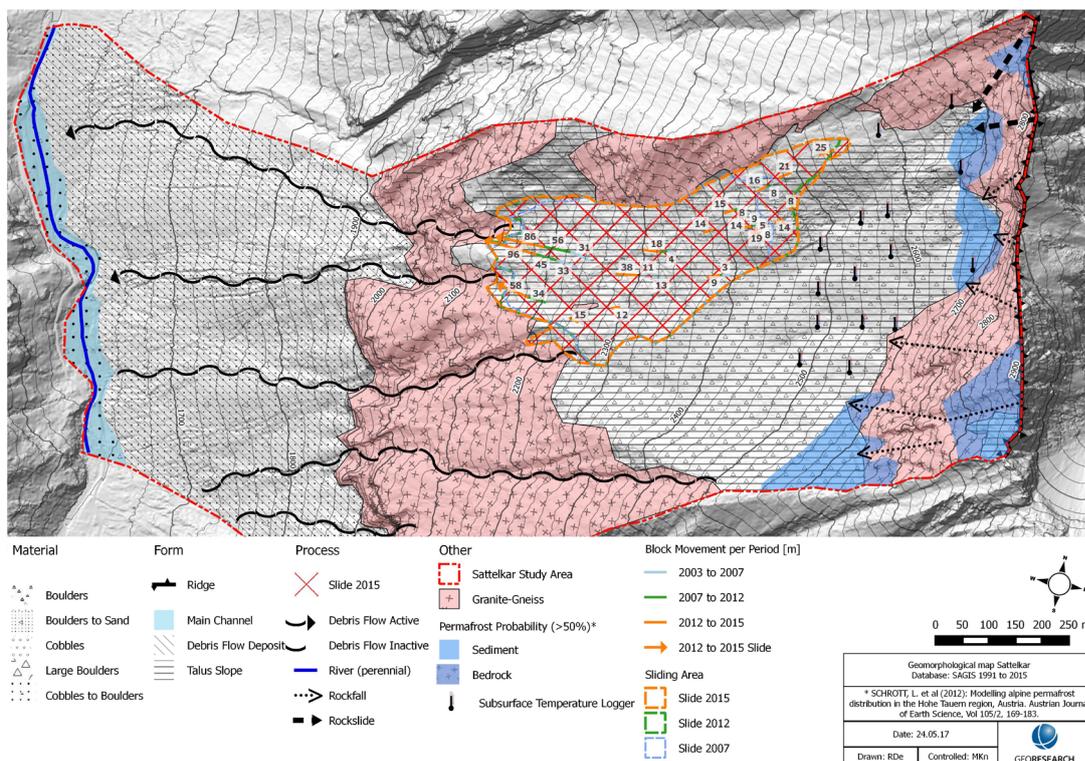


Abbildung 2: Geomorphologische Karte Sattelkar mit Rutschungsbereich und Bewegungsraten (Stand 2015).





Extreme Bewegungsraten wurden zwischen 2012 und 2015 mit bis zu 30 m/a gemessen. Zuletzt führte im August 2014 ein Starkniederschlagsereignis zu einem Murgang von 170.000 m³, welche den Obersulzbach verlegten, ein Fahrzeug beschädigten und zusammen mit einer generellen Hochwassersituation im Obersulzbachtal zu einer schwerwiegenden Verwüstung des Mittel- und Unterlaufes führten (Abbildung 2). In unmittelbarer Nachbarschaft zum Sattelkar gibt es in Richtung Talschluss drei weitere Kare mit ähnlicher Genese und topographischen Gegebenheiten wie Exposition oder Hangneigungen. Ofenkar, Mitterkar und Steinkar liegen ein wenig höher als das Sattelkar, größere Massenumlagerungsprozesse konnten bis jetzt noch nicht dokumentiert werden.

c. Ziele und wissenschaftliche Fragestellungen

Das Hauptziel des Projekts ist, die Entwicklung, Installation und Wartung eines Monitoringsystems für die langfristige Überwachung des Sattelkars. Atmosphärische, Oberflächen- und Untergrundbedingungen sollen systematisch und kontinuierlich überwacht werden und als Basis für weitere Forschungsprojekte dienen. Unter anderem können folgende, wissenschaftliche Fragestellungen bearbeitet werden:

- Wie verändern sich das Sattelkar und seine Nachbarkare unter veränderten Klimabedingungen?
- Mit welchem aktuellen und zukünftigen Naturgefahrenpotential ist zu rechnen?



Durchgeführte Arbeiten 2018

a. Konzeption und Konfiguration Monitoring Komponenten

Das Monitoringkonzept basiert auf einem systemischen Ansatz, basierend auf vier Überwachungsdomänen:

- **Domäne 1: Überwachung der atmosphärischen und hydrologischen Bedingungen:**
 - Adaption der bestehenden, automatischen Wetterstation (Kürsingerhütte) des Hydrographischen Dienstes Land Salzburg für die Modellierung und Prognose von Starkniederschlägen.
 - Erfassung der Pegelstände und Abflussraten an zwei Messtationen im Bereich des Obersulzbaches (Sulzau und Abfluss Sulzsee).
- **Domäne 2: Überwachung der Oberflächenbedingungen:**
 - Installation von 9 permanenten Boden-Kontrollpunkten (GCP's – Ground Control Points) für die jährliche Befliegung des Sattelkars mit UAS (Unmanned Aerial System) und zur Analyse von Oberflächenveränderungen, Bewegungs- und Erosionsraten.
- **Domäne 3: Überwachung der Untergrundbedingungen (Sattelkar, Mitterkar, Steinkar und Ofenkar):**
 - 30 oberflächennahe Temperatursensoren (NSTL – Near Surface Temperature Logger, davon 15 vom Hydrographischen Dienst Land Salzburg) zur Erfassung der Temperaturen des oberflächennahen Untergrundes. Auf Basis des vorherrschenden Temperaturregimes kann Permafrost detektiert, überwacht und die Schneebedeckung analysiert werden.
- **Domäne 4: Ereignisdokumentation Muren und Hangrutschung (Standort Talstrasse/Sattelkar):**
 - Permanent installierte Kamera im Bereich Zirmegg zur visuellen Überwachung des Murkegels.
 - Autarker Seismograph an der Karschwelle zum Sattelkar zur Detektion der Rutschungsaktivität innerhalb des Kares.

b. Installation Monitoring Komponenten

Am 12.07.2018 wurde das gesamte Sattelkar durch Robert Delleske, Magdalena Pescoller und Markus Keuschnig begangen und die vorherrschenden Bedingungen dokumentiert. Dabei wurden 9 GCP's für die UAS Befliegungen installiert und mit Differentielltem GPS (DGPS) cm-genau eingemessen (Abbildung 3).



Abbildung 3: Installation GCP's und Verortung.

Am 19.07.2018 wurden durch Magdalena Pescoller und Markus Keuschnig das Ofenkar (Abbildung 4), Mitterkar und Steinkar begangen und dokumentiert. 10 NSTL wurden im Ofenkar und Mitterkar installiert und mit GPS verortet.



Abbildung 4: Das Ofenkar.

Schließlich wurden am 24.07.2018 durch Magdalena Pescoller und Markus Dörfler die verbliebenen 5 NSTL im Steinkar installiert, verortet und dokumentiert. Die Lage aller NSTL und GCP's wird in Abbildung 5 dargestellt.

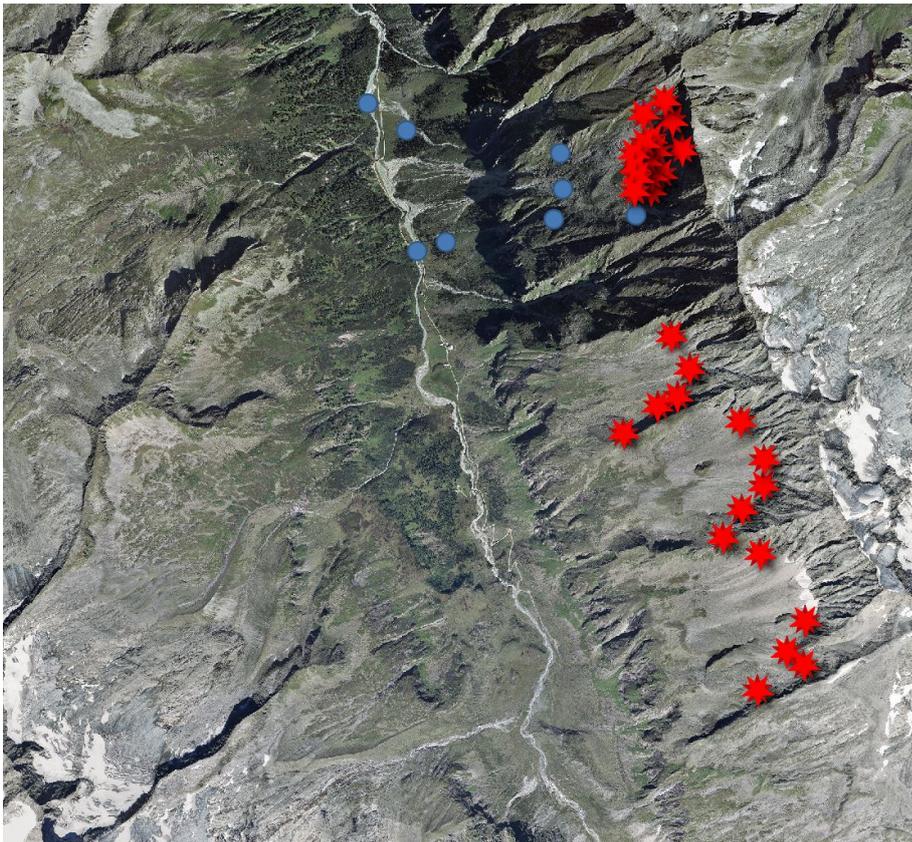


Abbildung 5: Lage der 30 NSTL (rote Sterne) und 9 GCPs (blaue Kreise).

c. **Befliegung Sattelkar mit UAS (Unmanned Aerial System)**

Die erste UAS Befliegung fand am 16.07.2018 durch Robert Delleske und Magdalena Pescoller statt. Dabei wurde das gesamte Sattelkar bis zur gegenüberliegenden Talseite photogrammetrisch, bei sehr guten Lichtverhältnissen und ohne Schneebedeckung, erfasst. Verwendet wurden drei Flugpläne, die Befliegung wurde vom Sattelkar aus nach Unten durchgeführt. Dabei wurde eine GSD (Ground Sampling Distance) von 7 cm erreicht.



d. Öffentlichkeitsarbeit

Am 31.07.2018 wurde eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit für die ORF3 – Land der Berge – Dokumentation durchgeführt. Dabei wurden Arbeiten rund um das Projekt von Markus Keuschnig, Magdalena Pescoller und Ingo Hartmeyer vorgestellt.



Vorläufige Ergebnisse 2018

a. NSTL Sattelkar

Eine vorläufige Analyse der NSTL Daten aus dem Sattelkar im Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2017 zeigt eine positive Durchschnittstemperatur (ca. 2 °C) des oberflächennahen Untergrundes bei allen Logger Standorten. Loggerstandort #4 und #5 wurden durch die rückschreitende Erosion des Kares zerstört (Abbildung 6). Aufgrund der positiven, durchschnittlichen Untergrundtemperatur kann nur noch von – wenn überhaupt – isolierten bzw. sporadischen Permafrostvorkommen ausgegangen werden.

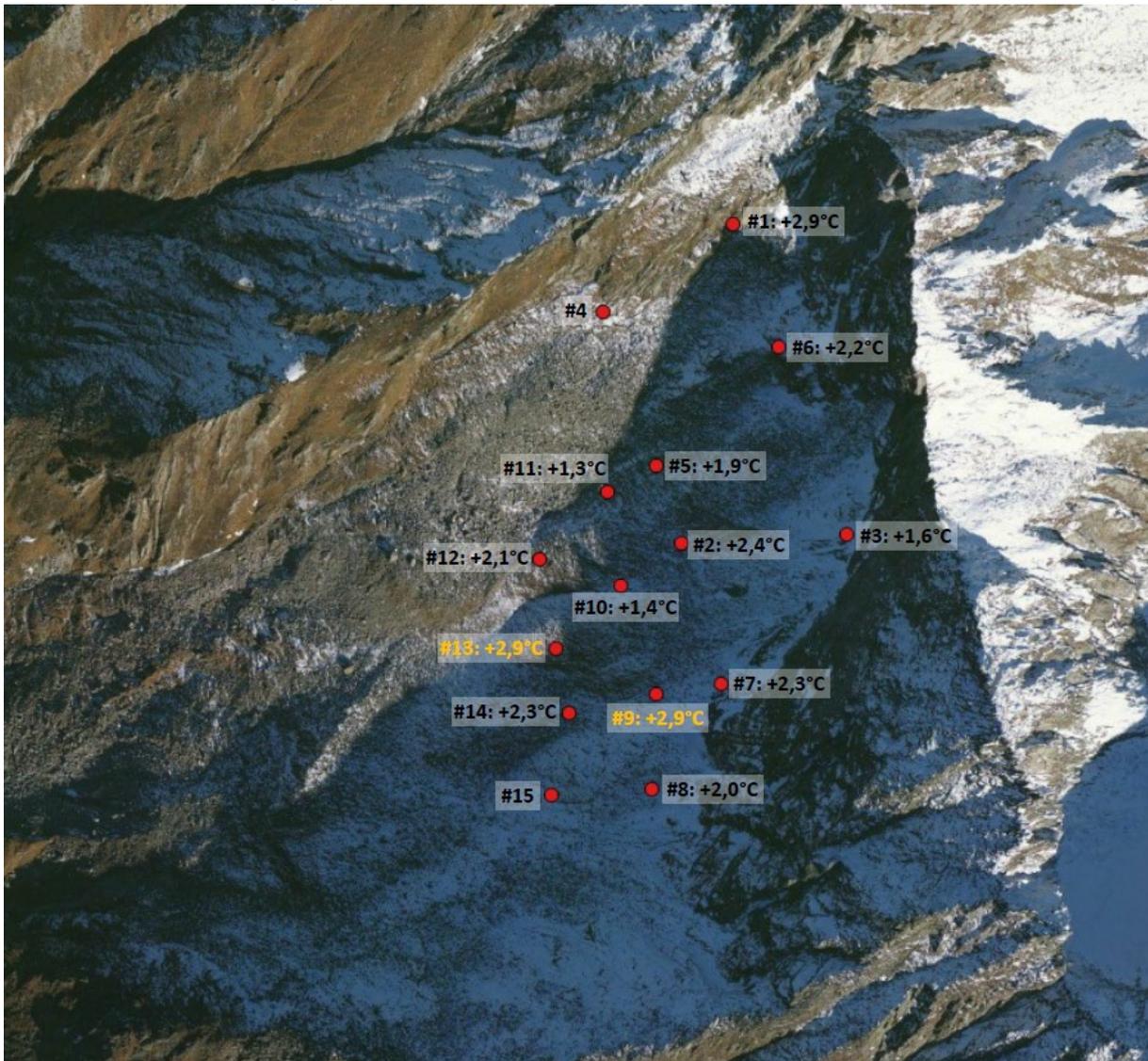


Abbildung 6: NSTL Standorte Sattelkar, Durchschnittstemperaturen im Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2017).

b. Orthophoto, Oberflächen und Geländemodell 2018

Die erste visuelle Analyse der Orthophotos, Oberflächen und Geländemodelle (Abbildung 7) zeigt eine weitere Destabilisierung des Sattelkares. Aktuell werden alle verfügbaren Daten der letzten 20 Jahr analysiert und Bewegungsraten wie auch Trajektorien berechnet. In Kombination mit der geplanten Befliegung im Jahr 2019 wird eine detaillierte Prozesskarte erstellt.

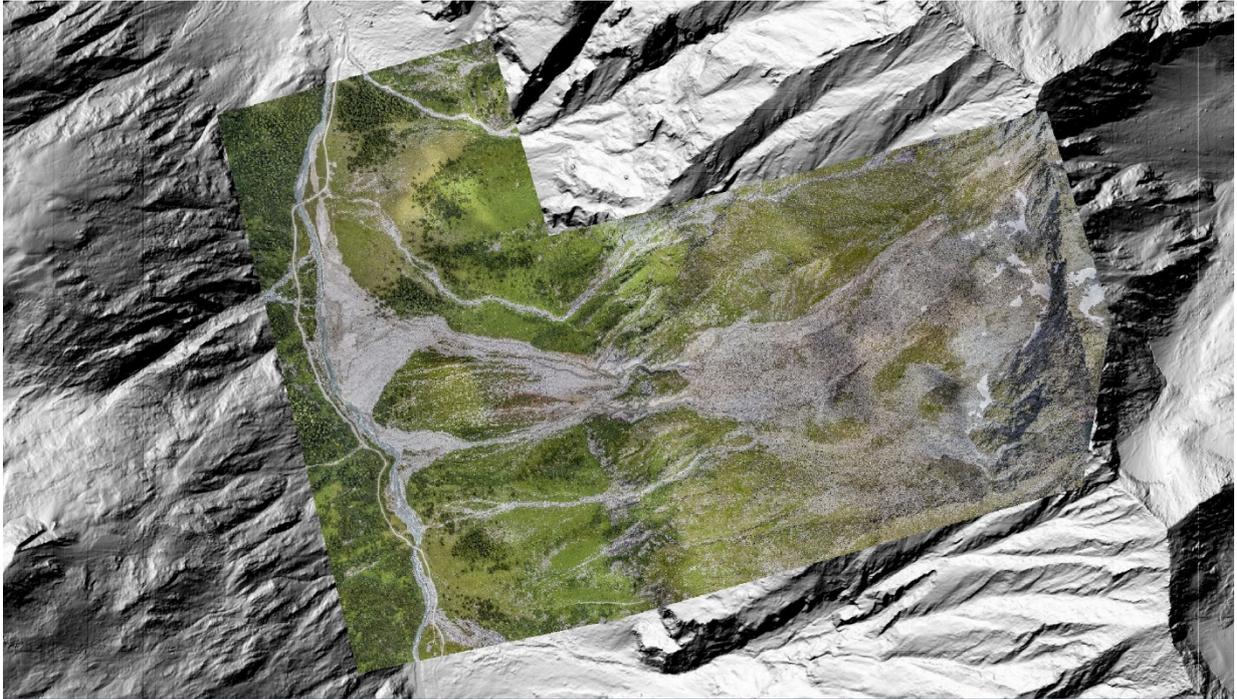


Abbildung 7: Orthophoto, Oberflächen und Geländemodell 2018.



Ausblick 2019

a. Geplante Arbeiten und Analysen im Jahr 2019

Im Jahr 2019 sind umfangreiche Feldarbeiten und Datenanalysen geplant, dazu gehören:

- Installation Überwachungskamera Sattelkar
- Installation Seismograph Sattelkar
- Wartung Geräte und Drohnenbefliegung Sattelkar
- Jährlicher Zustandsbericht, dieser besteht aus:
 - Klima: Lufttemperatur und Niederschlag (Monatsmittel), Anzahl von Starkniederschlägen
 - Aktuelle Orthofotos und Oberflächenmodelle, Bewegungs- und Erosionsraten
 - Veränderung von Untergrundtemperaturen, Frost/Tau Zyklen, Schneebedeckung
- Wissenschaftliche Publikationen
- Öffentlichkeitsarbeit





Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbildvergleich Sattelkar; deutlich zu sehen ist die erhöhte Dynamik an Massenverlagerungsprozessen.....	4
Abbildung 2: Geomorphologische Karte Sattelkar mit Rutschungsbereich und Bewegungsraten (Stand 2015).....	4
Abbildung 3: Installation GCP's und Verortung.....	6
Abbildung 4: Das Ofenkar.....	7
Abbildung 5: Lage der 30 NSTL (rote Sterne) und 9 GCPs (blaue Kreise).	7
Abbildung 6: NSTL Standorte Sattelkar, Durchschnittstemperaturen im Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2017).....	9
Abbildung 7: Orthophoto, Oberflächen und Geländemodell 2018.....	10

Literatur- und Quellenverzeichnis

- APCC 2014. *Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC)*, Wien, Österreich, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- DIETRICH, A. & KRAUTBLATTER, M. 2018. Evidence for enhanced debris-flow activity in the Northern Calcareous Alps since the 1980s (Plansee, Austria). *Geomorphology*.
- HÖFER-ÖLLINGER, G., KEUSCHNIG, M., KRAUTBLATTER, M. & SCHOBER, A. 2015. Climate Change Impacts on High Alpine Infrastructures: An Example from the Kitzsteinhorn (3200 m), Salzburg, Austria. In: LOLLINO, G., MANCONI, A., CLAGUE, J., SHAN, W. & CHIARLE, M. (eds.) *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 1*. Springer International Publishing.
- IPCC 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- KEUSCHNIG, M., HARTMEYER, I., HÖFER-ÖLLINGER, G., SCHOBER, A., KRAUTBLATTER, M. & SCHROTT, L. 2015. Permafrost-Related Mass Movements: Implications from a Rock Slide at the Kitzsteinhorn, Austria. *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 1*, 255-259.
- KRAINER, K., MUSSNER, L., BEHM, M. & HAUSMANN, H. 2012. MULTI-DISCIPLINARY INVESTIGATION OF AN ACTIVE ROCK GLACIER IN THE SELLA GROUP (DOLOMITES; NORTHERN ITALY). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 105, 48-62.
- OTTO, J. C. & KEUSCHNIG, M. 2014. Permafrost-Glacier Interaction - Process Understanding of Permafrost Reformation and Degradation. In: RUTZINGER, M., HEINRICH, K., BORSODORF, A. & STÖTTER, J. (eds.) *permafrost - Austrian Permafrost Research Initiative - Final Report*. IGF-Forschungsberichte 6: Austrian Academy of Sciences.





In Kooperation mit:



GEORESEARCH



Medieninhaber und Herausgeber, Verleger:

Nationalpark Hohe Tauern Salzburg
Gerlos Straße 18./2OG, 5730 Mittersill

Tel.: +43 (0) 6562 40849 0 | E-Mail: nationalpar@salzburg.gv.at



www.hohetauern.at