

wissenswert

Klimasensitive, hochalpine Kare: Projekt Sattelkar

Zwischenbericht 2: 2019

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

Bundesministerium
Nachhaltigkeit und
Tourismus

LE 14-20
Erneuerung der Landwirtschaft

Europäische
Landwirtschaftspolitik für
das Jahr 2014-2020
Hilft unseren Bauern,
Häusern und Betrieben in
der ländlichen Gebiete.



www.hohetauern.at

Impressum

Für den Inhalt verantwortlich:

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

Redaktion: Vorname Nachname, Nationalpark Hohe Tauern

Projektleitung:

DI Ferdinand Lainer, Nationalpark Hohe Tauern

Fotos: © NPHT und Georesearch

Basierend auf den Detailbericht von:

Georesearch GmbH,

...

Trotz gebotener Sorgfalt können Satz- und Druckfehler nicht ausgeschlossen werden. Stand: 17.12.2019



Inhaltsverzeichnis

Motivation.....	1
a. Problemstellung	1
b. Das Sattelkar und seine Nachbarkare	1
c. Ziele und wissenschaftliche Fragestellungen	2
Monitoringkonzept, Konfiguration.....	3
Durchgeführte Arbeiten 2019.....	3
d. Datenacquisition GST Temperature Logger – Erfassung von Bodentemperaturen	3
e. UAV Befliegungen – Erfassung von Bewegungsraten	4
f. Wasserproben – Detektion von möglichen Eiskernen	4
g. Projektierung autarke Seismik und Standort Webcam – Detektion von Murereignissen	5
h. Öffentlichkeitsarbeit	6
Vorläufige Ergebnisse 2019	6
a. Analyse der atmosphärischen und hydrologischen Bedingungen.....	6
b. Analyse der Oberflächenbedingungen, Bewegungsmuster und Raten	8
c. Überwachung der Untergrundbedingungen	10
Ausblick 2020	11
a. Geplante Arbeiten und Analysen im Jahr 2020.....	11
Abbildungsverzeichnis.....	12
Tabellenverzeichnis.....	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: Der untere Bereich des Sattelkars; 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 nehmen 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.

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. 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?



Monitoringkonzept, Konfiguration

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

- **Domäne 1: Überwachung der atmosphärischen und hydrologischen Bedingungen:**
 - Adaption der 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, Bewegungsmuster und Raten:**
 - 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 (GST – Ground 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 Zirneck zur visuellen Überwachung des Murkegels.
 - Autarker Seismograph an der Karschwelle zum Sattelkar zur Detektion der Rutschungsaktivität innerhalb des Kares.

Durchgeführte Arbeiten 2019

d. Datenacquisition GST Temperature Logger – Erfassung von Bodentemperaturen

Während Geländearbeiten, durchgeführt von Robert Delleske, Magdalena Pescoller und Markus Keuschnig, wurden am 23-24.07 wie auch am 04.09.2019 alle GCPs überprüft und die Daten von den GST Loggern ausgelesen (Abbildung 2). Die GCPs haben den Winter 2018/2019 gut überstanden, kein einziger musste ausgetauscht werden. Alle GST Logger im Sattelkar konnten aufgefunden und ausgelesen werden. Die Logger im Ofen-, Mitter-, und Steinkar werden im nächsten Jahr gewartet und überprüft.



Abbildung 2: Wartung der GST Logger, Ofenkar.



e. UAV Befliegungen – Erfassung von Bewegungsraten

Im Jahr 2019 wurden zwei UAS Befliegungen durchgeführt. Diese haben das Ziel Bewegungsraten innerhalb eines Sommers zu erfassen. Die erste UAS Befliegung fand am 24.07.2019 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 (Abbildung 3). Verwendet wurden drei Flugpläne, die Befliegung wurde vom Sattelkar aus nach unten durchgeführt. Dabei wurde eine GSD (Ground Sampling Distance) von 7 cm erreicht. Am 04.09.2019 wurde eine zweite Befliegung unter gleichen Rahmenbedingungen durchgeführt.



Abbildung 3: UAV Befliegung Sattelkar.

f. Wasserproben – Detektion von möglichen Eiskernen

Während der Geländearbeiten am 04.09.2019 konnten Wasserproben zur Bestimmung der Temperatur, Leitfähigkeit und Isotopenverhältnisse der Parameter Deuterium, Sauerstoff-18 und Sauerstoff-17 genommen werden (Abbildung 4).





Abbildung 4: Wasserprobenahme zur Analyse der Temperatur, Leitfähigkeit und Isotopen.

g. Projektierung autarke Seismik und Standort Webcam – Detektion von Murereignissen

Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen durch den Grundeigentümer wurde ein neuer Standort für die geplante Webcam notwendig. Der neue Standort befindet sich im Bereich den Zirbenecks, direkt neben Straße – auf der orographisch rechten Seite (Abbildung 5). Eine Installation der Webcam ist 2020 vorgesehen.



Abbildung 5: Projektierter Standort Webcam.



h. Öffentlichkeitsarbeit

In der Berichtsperiode 2019 wurde die Infotafel Sattelkar im Bereich des Zirbenecks installiert (Abbildung 6). GEORESEARCH hat zusammen mit dem Landesgeologische Dienst Salzburg die Inhalte bereitgestellt.



Abbildung 6: Infotafel Sattelkar.

Vorläufige Ergebnisse 2019

a. Analyse der atmosphärischen und hydrologischen Bedingungen

Die Analyse der atmosphärischen und hydrologischen Bedingungen basieren auf den Daten des Hydrografischen Dienstes vom Land Salzburg. Die Witterungsdaten stammen von der automatischen Wetterstation (AWS) Kürsinger Hütte (2.552 m a.s.l.) und sind aufgrund der räumlichen Nähe zum Sattelkars sehr gut für Analyse geeignet (Tabelle 1). Die Betriebszeit der AWS ist aufgrund der Stromversorgung auf die Periode Frühjahr bis Herbst beschränkt. Die Pegelstände werden an zwei Standorten entlang des Obersulzbaches erhoben (Abbildung 7). Ein Standort befindet sich talaufwärts im Bereich unthalb des Sulzsees, der zweite Standort im Bereich des Talausgangs. Das Sattelkar entwässert ca. in der Mitte der beiden Messstandorte.

Tabelle 1: Anzahl Tage mit Niederschlagssummen größer als 20, 30, 40 und 50 mm.

	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm
2009	12	5	3	2
2010	8	4	2	1
2011	10	3	1	0
2012	16	5	2	1
2013	6	1	0	0
2014	9	5	3	2
2015	18	6	1	0
2016	10	5	0	0
2017	10	4	0	0
2018	10	5	2	1



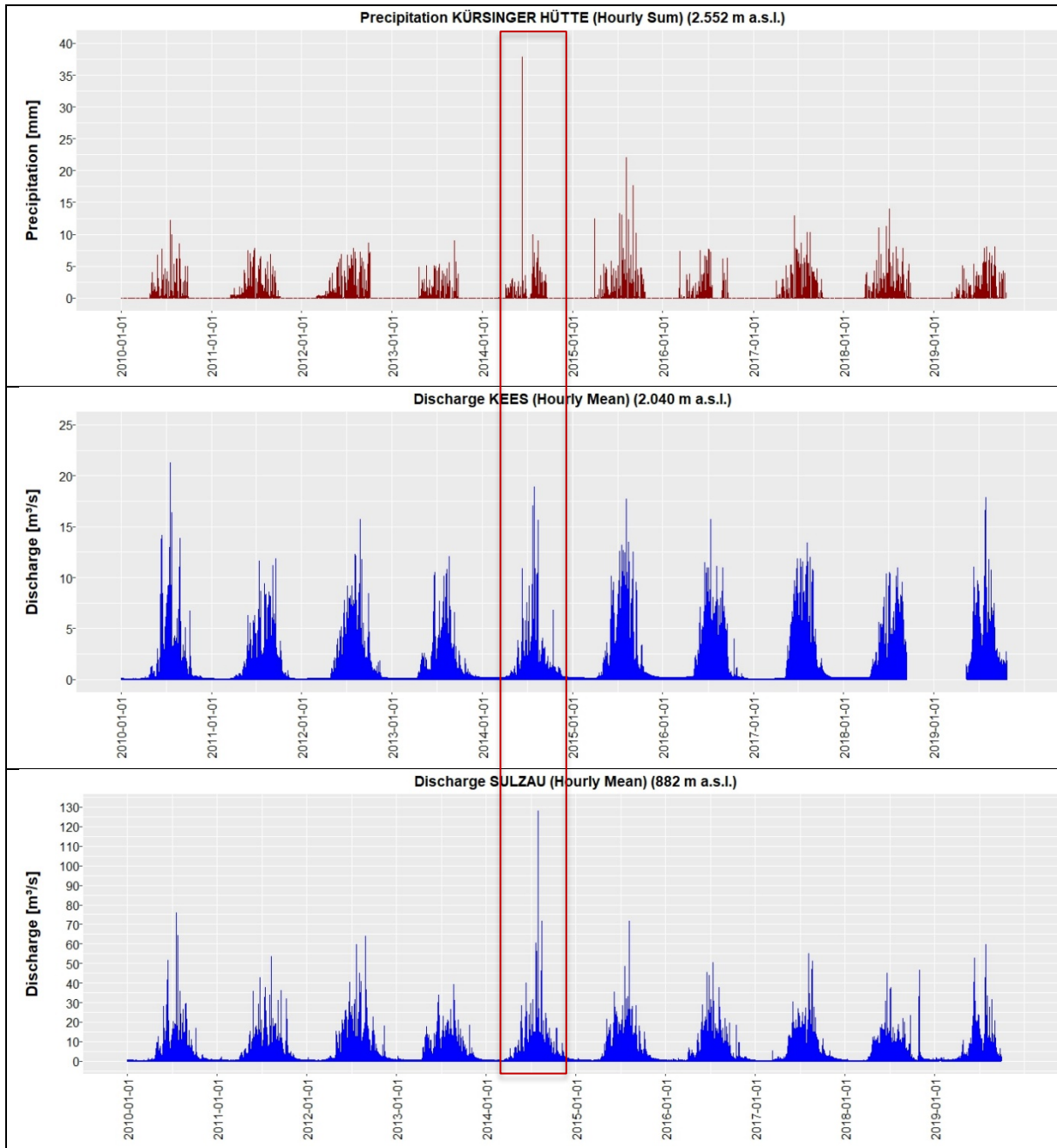
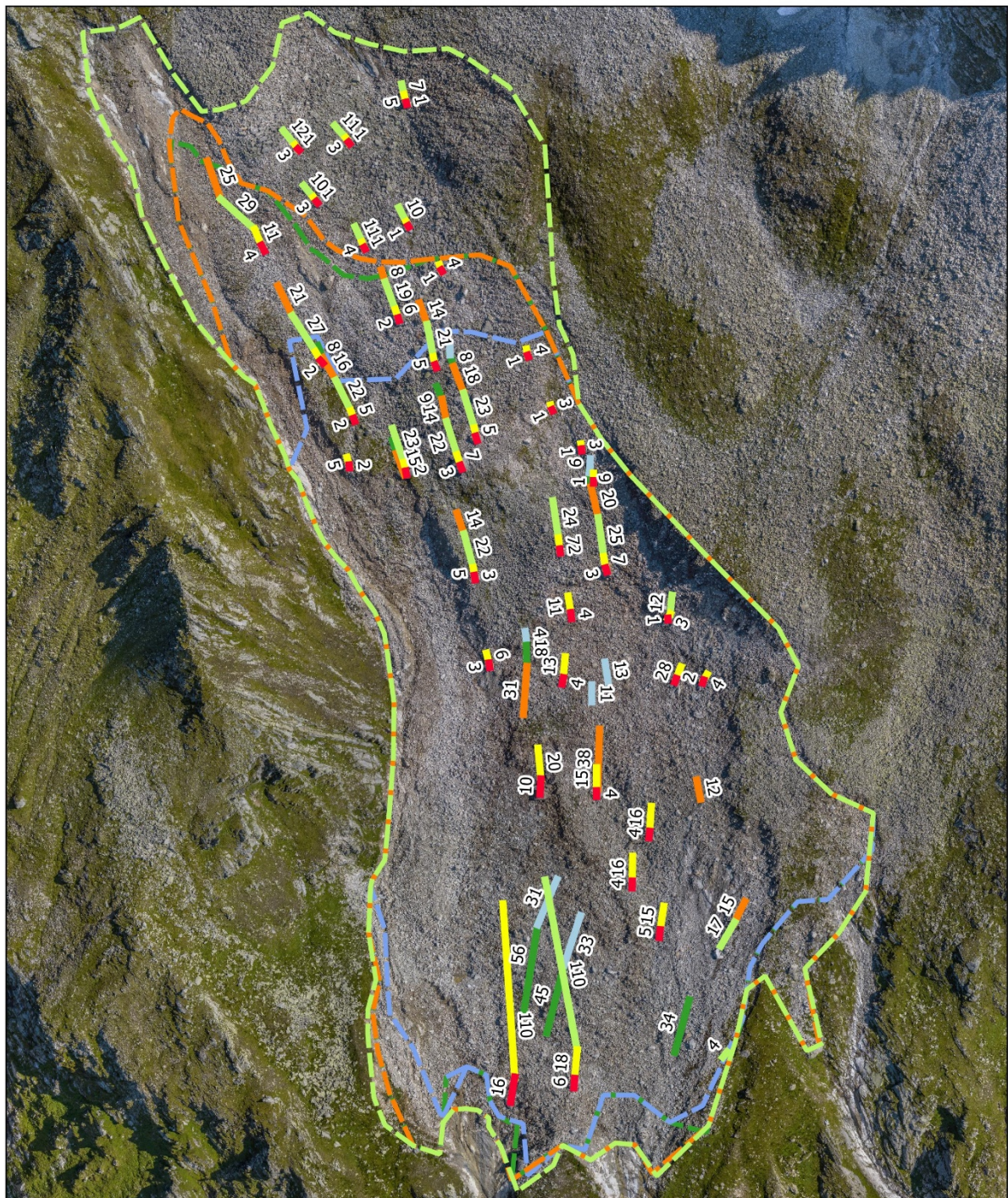


Abbildung 7: Niederschlags- und Abflussverlauf 2010 – 2019. Der rote Bereich markiert die Zeitperiode vom letzten großen Murereignis 2014.



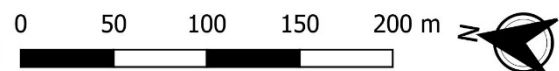
b. Analyse der Oberflächenbedingungen, Bewegungsmuster und Raten

Abbildung 8 zeigt die Flächenveränderung der Sattelkarrutschung und Bewegungsraten einzelner Blöcke pro Zeitperiode.



- Block Movement per Period [m]
- 2003 to 2007
 - 2007 to 2012
 - 2012 to 2015
 - 2015 to 2018
 - 2018 to 2019
 - 2019.07 to 2019.09

- Sliding Area
- Slide 2018 / 2019
 - Slide 2015
 - Slide 2012
 - Slide 2007



Area Change and Block Movement at the Sattelkar Landslide Database: SAGIS 2003 - 2015 / Georesearch 2018, 2019	
Datum: 14.10.19	
Gezeichnet: Delleske	Kontrolliert: Keuschnig
GEORESEARCH	

Abbildung 8: Flächenveränderung der Sattelkarrutschung und Bewegungsraten einzelner Blöcke pro Zeitperiode.

In Abbildung 9 ist die Höhen- und Volumenveränderung im Bereich des Sattelkars in der Periode 2010 bis 2019 dargestellt. Die Trennung zwischen dem Kar- und Talbereich befindet sich im Bereich der Karschwelle. In dem Betrachtungszeitraum 2010 - 2019 wurden insgesamt 402.897 m³ an Material aus dem Kar transportiert (Muren, Steinschläge, Suspensionstransport). Im Bereich des Talbodens wurden 262.965 m³ akkumuliert. Die Differenz wurde bereits zum größten Teil vom Obersulzbach abtransportiert.

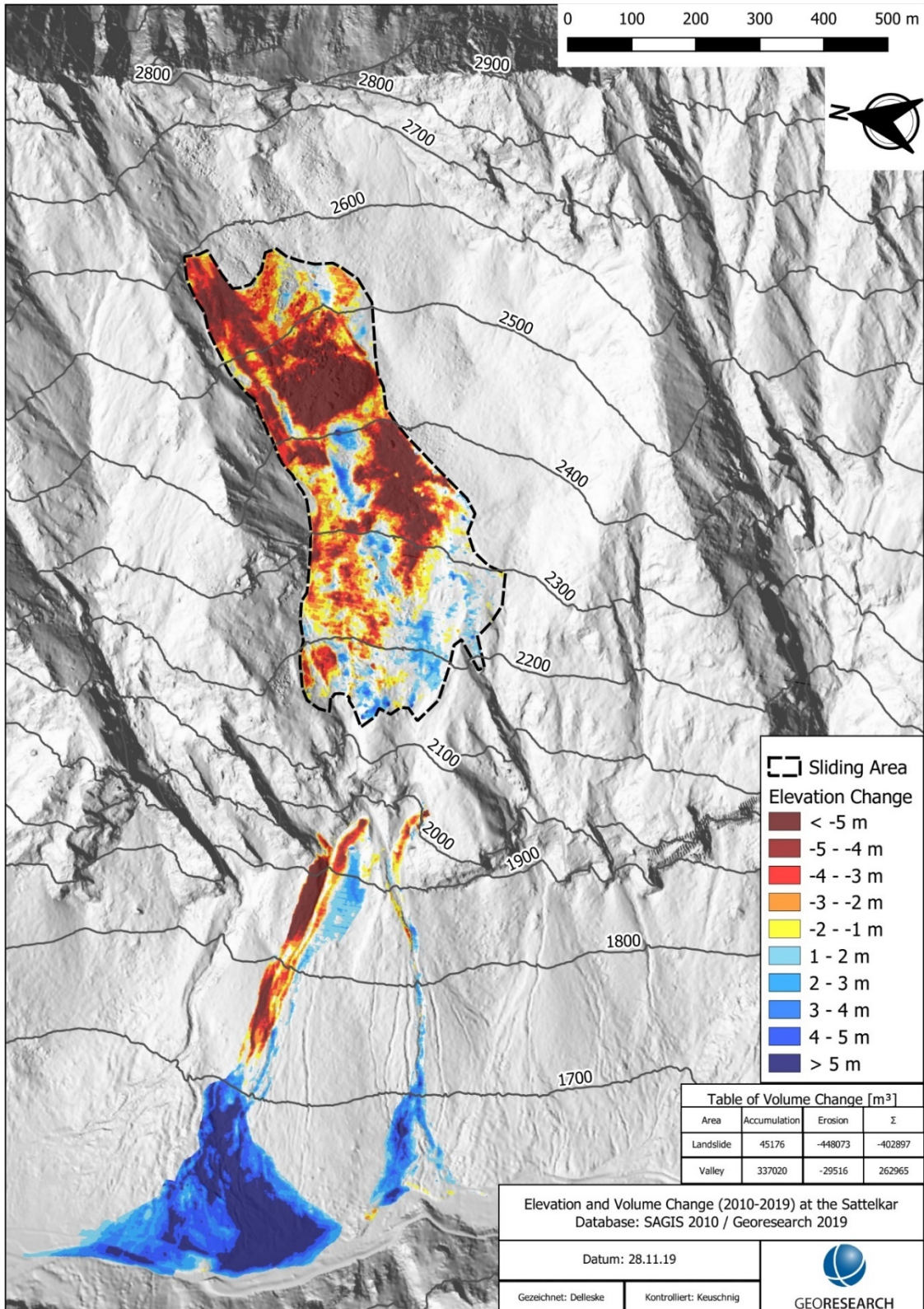


Abbildung 9: Höhen- und Volumenveränderung Sattelkarrutschung und Talbereich in der Periode 2010 bis 2019.



c. Überwachung der Untergrundbedingungen

Tabelle 2 zeigt die Temperaturen des oberflächennahen Untergrunds im Sattelkar. Die Analyse der GST (Ground Surface Temperature) Daten aus dem Sattelkar im Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2018 zeigt eine positive MAGST von ca. 2 °C bei allen Logger Standorten. Die Loggerstandorte #4 und #15 wurden durch die rückschreitende Erosion des Kares zerstört (Abbildung 10). Die Standorte #13 und #9 wurden im Sommer (2017) durch Starkniederschlagsereignisse freigelegt und direkter Sonneneinstrahlung exponiert. Aus diesem Grund ist die MAGST über diesen Zeitraum nicht aussagekräftig. Die Loggerstandorte #5, #10-#13 weisen negative Wintertemperaturen auf (Tabelle 2) und deuten auf sporadische Permafrostvorkommen hin.



Abbildung 10: GST Logger Standorte Sattelkar.



Tabelle 2: Temperaturen des oberflächennahen Untergrundes (Durchschnitt, Minimum, Maximum) für den Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2018 im Sattalkar. Rot markierte Standorte zeigen potentielle, sporadische Permafrostvorkommen.

	2016				2017				2018			
	Mittel (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Winter* (°C)	Mittel (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Winter* (°C)	Mittel (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Winter* (°C)
Logger_01	2,7	0,0	20,2	0,1	3,1	0,0	20,9	0,1	3,5	-1,8	18,8	0,2
Logger_02	2,1	-2,9	17,3	-0,1	2,7	-0,1	20,5	0,1	2,9	-2,1	19,3	0,2
Logger_03	1,4	-5,4	14,7	-1,0	2,2	-0,5	16,9	-0,2	2,3	-1,5	16,4	0,0
Logger_05	1,7	-4,6	19,9	-1,6	2,1	-5,0	21,7	-1,9	2,1	-6,9	19,6	-0,8
Logger_06	1,9	-8,6	22,5	-1,6	2,6	-2,7	21,7	-0,2	3,7	-3,3	20,5	0,2
Logger_07	2,0	-1,6	22,0	-0,3	2,6	-0,6	23,5	-0,2	2,7	-4,1	22,0	0,1
Logger_08	1,8	-1,2	18,5	-0,6	2,2	-1,8	20,1	-0,9	2,7	-3,6	18,5	0,0
Logger_09	2,5	-5,9	** 39,0	-0,1	3,3	-1,3	** 46,2	-0,2	2,5	-5,2	** 43,0	-0,1
Logger_10	1,3	-6,0	16,5	-3,9	1,5	-6,8	20,5	-3,4	1,7	-4,9	19,9	-3,9
Logger_11	1,1	-4,4	14,9	-1,6	1,5	-4,3	18,7	-1,9	2,2	-3,0	15,0	-0,5
Logger_12	1,9	-4,6	18,8	-1,9	2,4	-4,8	18,7	-1,9	3,2	-4,8	18,5	-0,3
Logger_13	2,6	-6,4	21,2	-1,6	3,2	-5,7	** 45,2	-1,1	3,7	-10,6	** 44,0	-1,0
Logger_14	2,1	-3,7	22,3	0,1	2,5	-0,5	22,0	0,1	2,8	-5,7	20,9	0,2
Mittelwert***	1,8	-3,9	18,9	-1,1	2,3	-2,5	20,5	-0,9	2,7	-3,8	19,0	-0,4

* Mitteltemperatur der Monate Februar und März (01.02. – 31.03.)

** Standort mit starker direkter Strahlungsbeeinflussung

*** Mittlere Temperatur aller Loggerstandorte ohne den strahlungsbeeinflussten Standorten Logger_09 und Logger_13

Ausblick 2020

a. Geplante Arbeiten und Analysen im Jahr 2020

Im Jahr 2020 sind umfangreiche Feldarbeiten und Datenanalysen geplant, dazu gehören:

- Installation Überwachungskamera Sattalkar
- Installation Seismograph Sattalkar
- Wartung Geräte und Drohnenbefliegung Sattalkar
- Isotopen-Analyse Wasserproben
- 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: Der untere Bereich des Sattelkars; deutlich zu sehen ist die erhöhte Dynamik an Massenverlagerungsprozessen.....	2
Abbildung 2: Wartung der GST Logger, Ofenkar.....	3
Abbildung 3: UAV Befliegung Sattelkar.....	4
Abbildung 4: Wasserprobenahme zur Analyse der Temperatur, Leitfähigkeit und Isotopen.....	5
Abbildung 5: Projektierter Standort Webcam.....	5
Abbildung 6: Infotafel Sattelkar.....	6
Abbildung 7: Niederschlags- und Abflussverlauf 2010 – 2019. Der rote Bereich markiert die Zeitperiode vom letzten großen Murereignis 2014.....	7
Abbildung 8: Flächenveränderung der Sattelkarrutschung und Bewegungsraten einzelner Blöcke pro Zeitperiode.....	8
Abbildung 9: Höhen- und Volumenveränderung Sattelkarrutschung und Talbereich in der Periode 2010 bis 2019.....	9
Abbildung 10: GST Logger Standorte Sattelkar.....	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Tage mit Niederschlagssummen größer als 20, 30, 40 und 50 mm.....	6
Tabelle 2: Temperaturen des oberflächennahen Untergrundes (Durchschnitt, Minimum, Maximum) für den Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2018 im Sattalkar. Rot markierte Standorte zeigen potentielle, sporadische Permafrostvorkommen.....	11

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., BORSDORF, A. & STÖTTER, J. (eds.) *permAfrost – Austrian Permafrost Research Initiative - Final Report*. IGF-Forschungsberichte 6: Austrian Academy of Sciences.



