

Großrutschung im Bereich Leckgalerie Sölden, Geologie, Ursache und Auswirkung

Thomas Figl, Petra Nittel-Gärtner, Katharina Gröbner

Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Gefahren und Evakuierungsmanagement, FB Landesgeologie

1. Hintergrund

Aufgrund eines einzelnen Blocksturzes auf das Galeriedach der Klammgalerie und des darauffolgenden Lokalausgleiches wurden im gegenständlichen Hang im Juli 2019 frisch aufgehende Risse und Absetzungen festgestellt. Der Hang zeigte bereits damals im Laserscan Hinweise auf alt angelegte (nacheiszeitliche) Hangbewegungen ähnlich eines Talzuschubs, die auf den Gletscherrückgang und die damit zusammenhängende Entlastung des Hanges zurückzuführen sind.

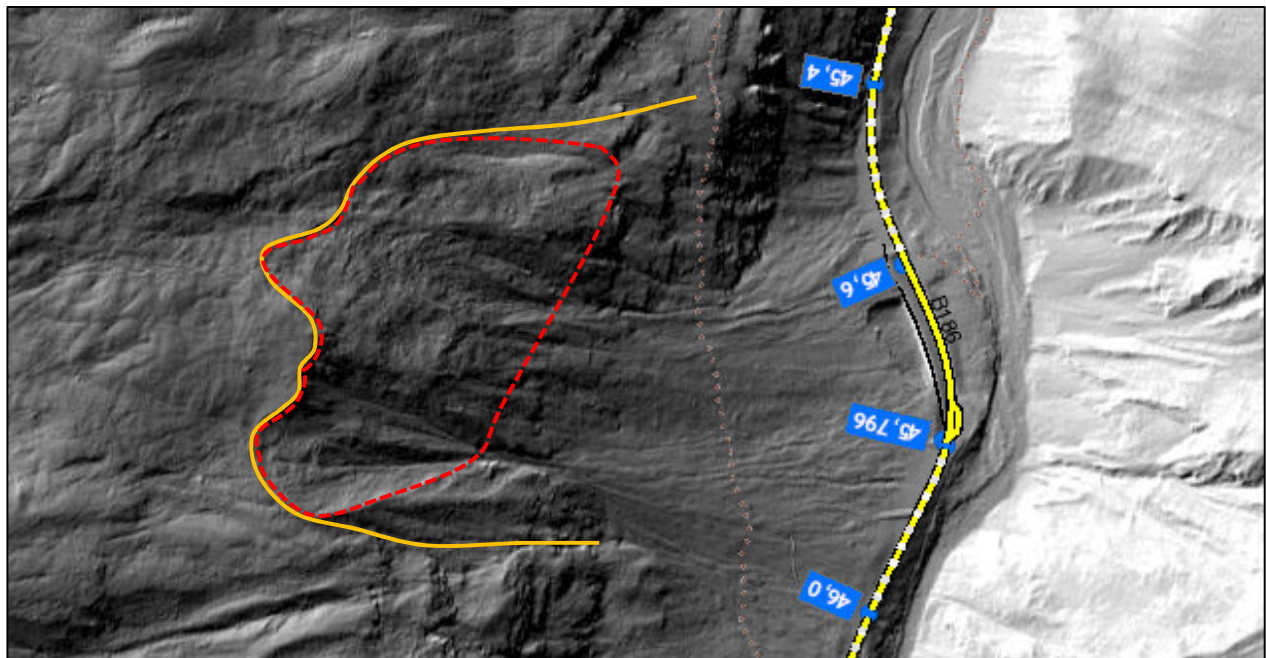


Abb. 1. Übersicht im Laserscan mit der gesamten Großrutschung (gelb) und den aktuellen Bewegungsbereichen rot strichliert.

Durchgeführte Messungen mit dem terrestrischen Laserscan durch die Abt. Geoinformation und der Vergleich mit bestehenden Laserscandaten haben gezeigt, dass im Zeitraum 2017 – 2019 vor allem im talauswärtigen Bereich Bewegungen von ca. 2-3 m stattgefunden haben. Die Bewegungen im gegenständlichen Bereich wurden auf die extrem starke Schneeschmelze des Jahres 2019 zurückgeführt. Der Vergleich der früheren Laserscandaten (ca. 2006 bis 2016) hat hingegen keine Bewegungen des Hanges ergeben.

Im Jahr 2020 wurden aus dem Bewegungsbereich, beginnend mit 19.5.2020, zahlreiche Ereignisse verzeichnet, wie Muren, überwiegend Hangmuren und Hangexplosionen, sowie Blockstürze, die vereinzelt die Galerien (Leckgalerie und Klammgalerie) bzw. deren bergseitigen Randbereich erreicht haben.

Die Anzahl der Ereignisse, die Ereignisgrößen als auch die Gesamtausdehnung der bewegten Bereiche hat stetig und in einem Ausmaß zugenommen, dass das zunächst theoretische Gesamtversagen nicht mehr gänzlich ausgeschlossen werden konnte.

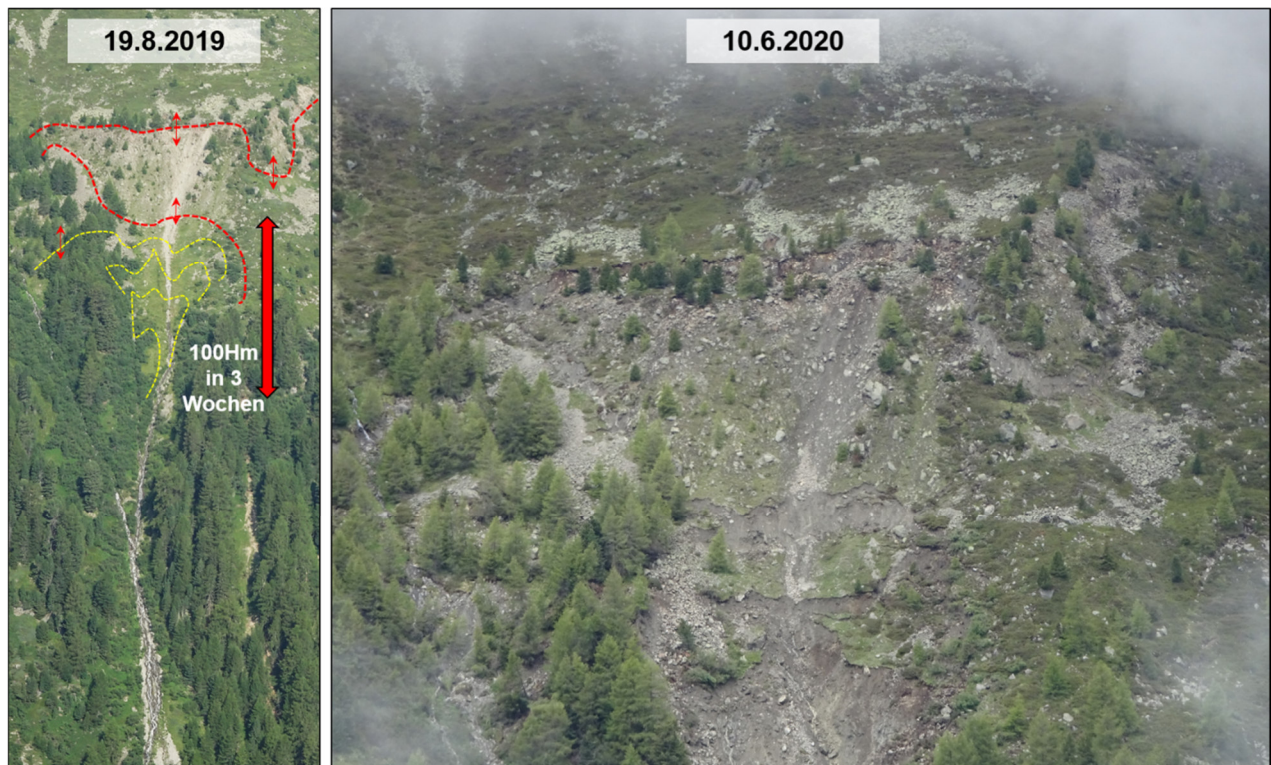


Abb. 2. Vergleich der rückschreitenden Anrisse des Frühjahrs 2020 mit Sommer 2019. Die rückschreitende Erosion der Anrisse beträgt dabei ca. 100 Höhenmeter (Hm) in drei Wochen.

Aufgrund der akuten Gefährdungssituation konnten zum damaligen Zeitpunkt keine weiteren Maßnahmen/Arbeiten auf dem Galeriedach mehr durchgeführt werden. Umfangreiche temporäre und dauerhafte Schutzmaßnahmen wurden nach der aktiven Bewegungsphase umgesetzt. Daran anschließend konnten Anpassungen an den Galerien durchgeführt werden.

2. Geologische Situation

Das umliegende Festgestein besteht aus Paragneisen. Vermutlich kam es nach Abschmelzen der großen Gletscher bereits zu Hangbewegungen im Bereich der heutigen Großrutschung. Aufgrund dieser Bewegungen wurde das Festgestein über die Jahrhunderte beansprucht und zu Blöcken zerlegt.

Oberhalb des gegenständlichen Anrisses befinden sich Sedimente, die im Zuge der damaligen Vergletscherung abgelagert wurden. Es handelt sich hierbei um grobblockiges, lockeres Material. Das

Gebiet bis zu den Graten (Nederkogel) ist von Karen ehemaliger Gletscher geprägt und auch hier ist das Festgestein großflächig von grobblockigem und lockerem Material bedeckt. In diesen flachen Plateaus befindet sich auf ca. 2435m Seehöhe (SH) der Nedersee.

In den Hohlräumen zwischen diesen Blöcken kann das Schmelzwasser sehr schnell versickern und entlang von unterirdischen „Bächen“ Richtung Tal fließen. Entlang solcher Wasserwege ist das Gestein besonders geschwächt und hier können größere Gesteinsmassen in Bewegung gesetzt werden. Genau diese ungünstige Situation liegt in den Hängen oberhalb der Leckgalerie vor, wodurch hier diese massiven Bewegungen stattfinden können. Das gesamte Schmelzwasser der oberhalb des Anrissbereichs liegenden Kare und Grate dringt in den Untergrund ein, wodurch enorme Mengen an Wasser auftreten. Oft wurde auch der Nedersee als Auslöser der Bewegungen genannt. Jedoch hat dieses Wasser im Vergleich zu den großen Wassermengen der Schneeschmelze nur einen kleinen Anteil.

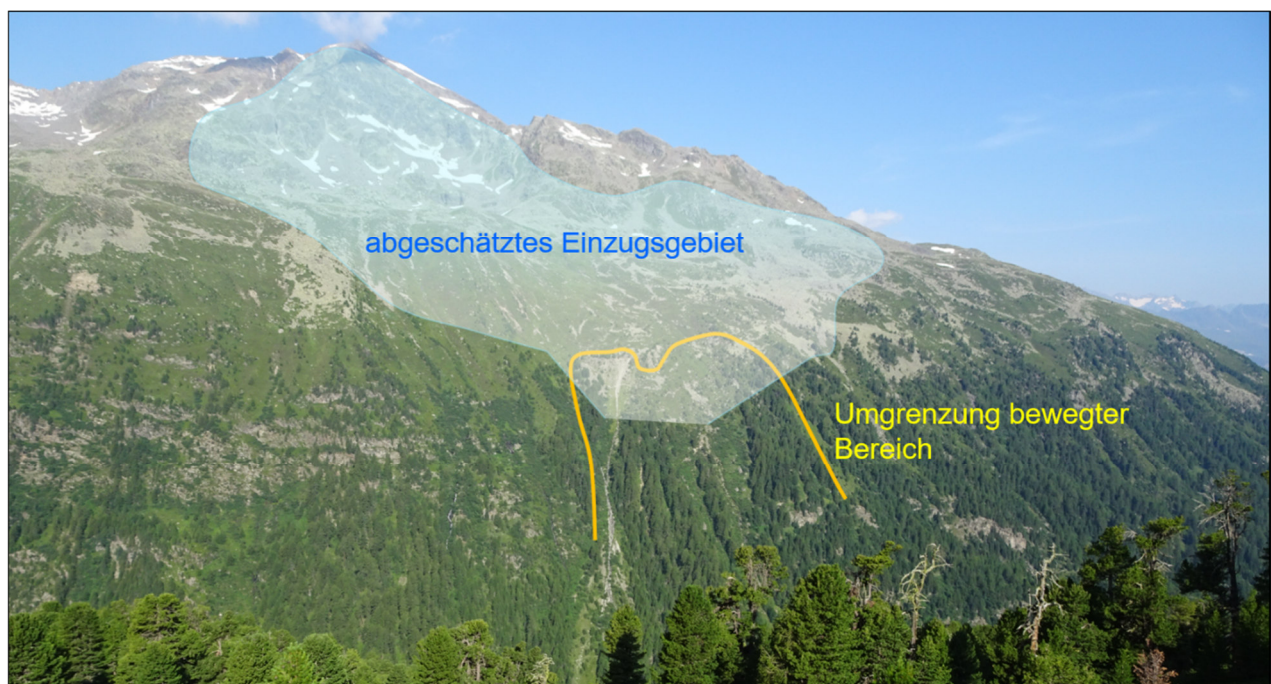


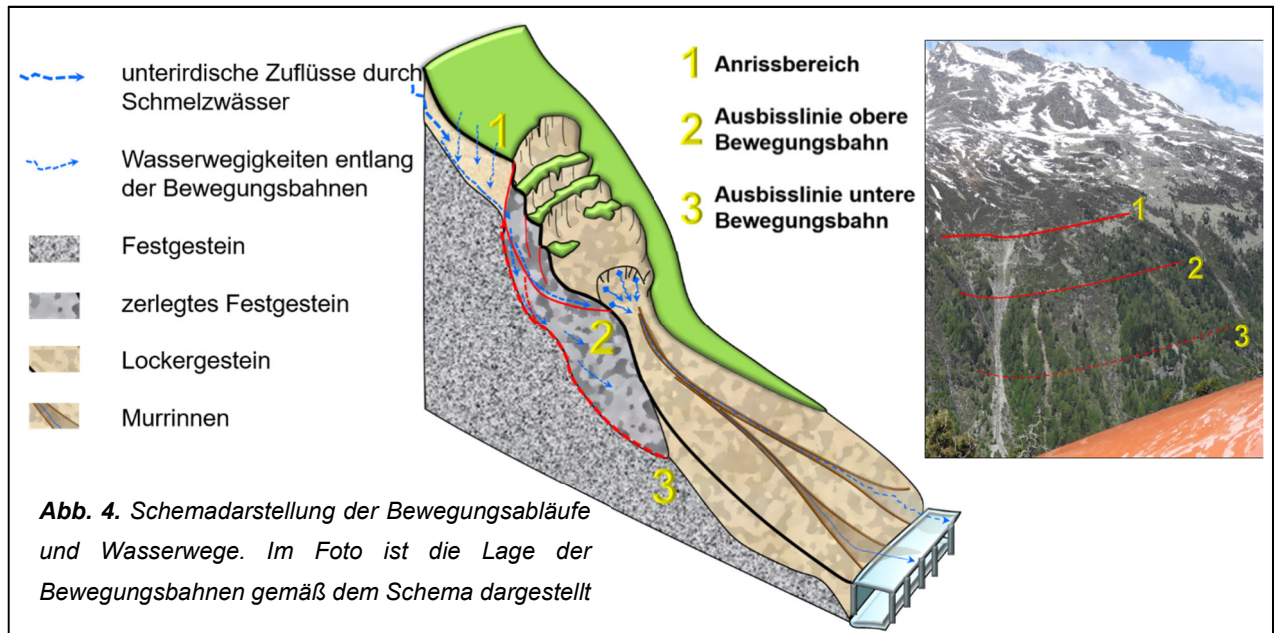
Abb. 3. Ansicht des bewegten Hanges von der gegenüberliegenden Seite aus mit dem abgeschätzten Einzugsgebiet.

Oft wird das Abschmelzen des Permafrostes als Ursache solcher Bewegungen genannt. Bei Permafrost handelt es sich um dauerhaft gefrorene Böden, die das gesamte Jahr eine Temperatur unter dem Gefrierpunkt aufweisen. Die gegenständliche Großrutschung befindet sich in etwa in einer Höhenlage von ca. 2140m SH und somit außerhalb der Permafrostzone, die in den Alpen generell mit ca. 2500m SH angesetzt wird. Folglich spielt der Permafrost im gegenständlich Bereich keine Rolle.

3. Prozesse und Ereignisse

In dem gegenständlichen Hang fanden und finden immer noch zahlreiche Prozesse statt, die wiederum eine Vielzahl von unterschiedlichen gravitativen Ereignissen hervorrufen. Diesen Ereignissen und Prozessen ist die Gesamthangbewegung übergeordnet. Die Gesamthangbewegung umfasst insgesamt in ihrer größten

Ausdehnung ca. 14ha. Sie ist räumlich durch die obersten Abrisskanten begrenzt, sowie durch die Ausbisslinien der Bewegungsbahnen (siehe Abb. 1 und 4).



Rund um die markanten Wasseraustritte findet ein massiver Abtrag von Material statt und auch rückschreitende Erosionen der Anrissbereiche (siehe Abb.2).

Abb.5. 2019-2020 frisch aufgegangene Absetzung und höchste Begrenzung des Großrutschung mit ca. 6m Absetzung.

Ereignisse 2021

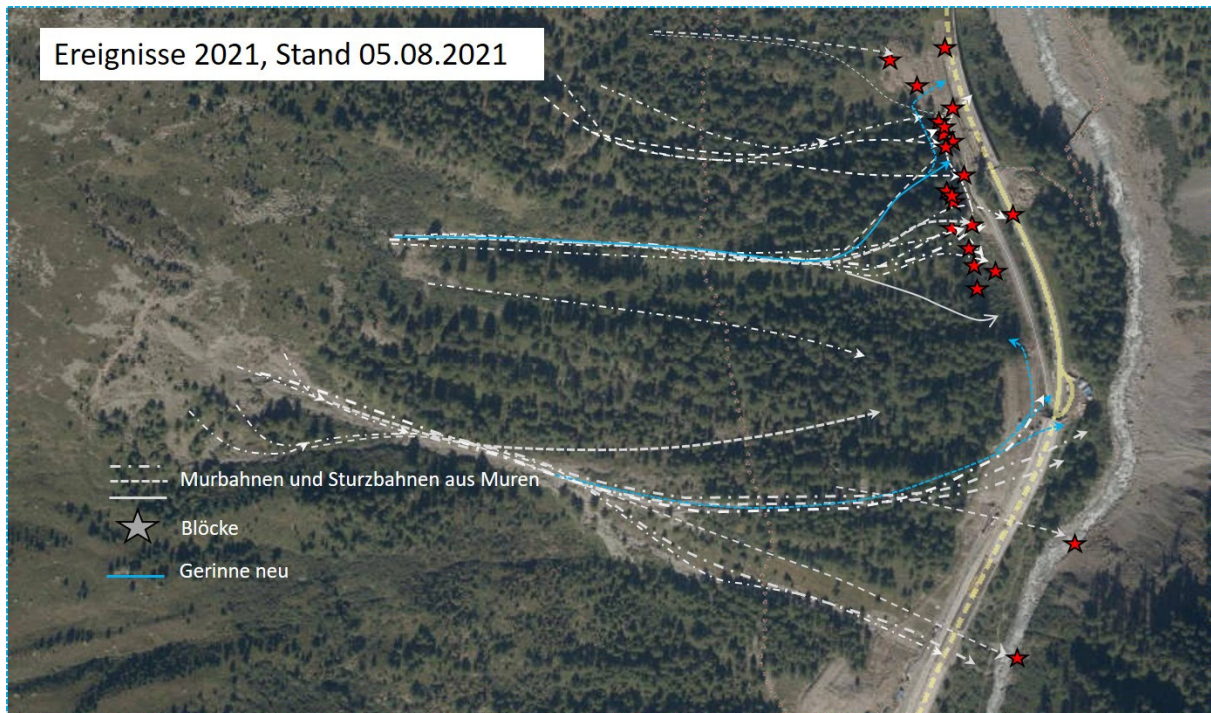
Im Jahr 2021 ist es mit Einsetzen der Schneeschmelze (gegenüber dem Jahr 2020 um ca.3-4 Wochen verzögert) erneut zu zahlreichen Ereignissen gekommen. Es haben zunächst Muren im Bereich des taleinwärtigen Portals der Leckgalerie stattgefunden sowie Blockstürze auf die Klammgalerie.

Im Vergleich zum letzten Jahr, kam es dieses Jahr nicht nur zu einer Zunahme der Ereignisse, sondern auch zu einer erneuten flächenmäßigen Ausdehnung und zu einer massiven Zunahme der Gesamthangbewegung.



Abb.6. Gegenüberstellung der Bewegungsbereiche 2020 und 2021

2020 ereigneten sich die größten Muren bergseitig der Leckgalerie und vereinzelt trat Blocksturz bergseitig der Klammgalerie auf. Im Frühjahr 2021 kam es aufgrund neuer Wasseraustritte vor allem zu Hangbewegungen bergseitig des Lawinenauffangdammes, sowie bergseitig der Klammgalerie. Entlang dieser Wasseraustritte fanden unzählige Murereignisse statt, durch welche auch Großblöcke mobilisiert wurden. Einzelereignisse wiesen Kubaturen von mehreren 100 m^3 bis über 1000 m^3 auf. Im Zuge dieser Ereignisse stürzten unzählige Blöcke bis zu den Galerien bzw. bis zu den bestehenden Sicherungsmaßnahmen.



Ein Großteil der Blöcke wurde durch die bestehenden Sicherungsmaßnahmen aufgehalten bzw. abgelenkt. Ein ungünstiger Treffer auf den bestehenden Steinschlagschutzdamm oberhalb des Südportals der Klammgalerie hat auch dazu geführt, dass ein Großblock die Fahrbahn erreichte. Da sich die Hauptaktivität der Großmassenbewegung im Frühjahr 2021 verschoben hat und vor allem oberhalb des Lawinenauffangdammes massive Vermurungen stattfanden, kam es z.B. zu einer vollständigen Verfüllung des talauswärtigen Bereiches des Lawinenauffangdammes bzw. des Steinschlagschutzdammes oberhalb der Klammgalerie. Die neu entstandenen Gerinne sind ebenfalls in das Lawinenauffangbecken abgeflossen. Das Becken musste daher laufend geräumt werden, was sich teilweise als schwierig und Wettlauf mit der Zeit herausstellte. Im Bereich der Leckgalerie kam es 2021 nur zu vereinzelt Murereignissen. Im Zuge dieser Ereignisse wurden ebenfalls Großblöcke mobilisiert, wodurch es auch hier zu Blockstürzen und somit



zur Beschädigung der Leckgalerie gekommen ist.

Abb.7. Murereignisse auf der Leckgalerie und überfließen des Portals

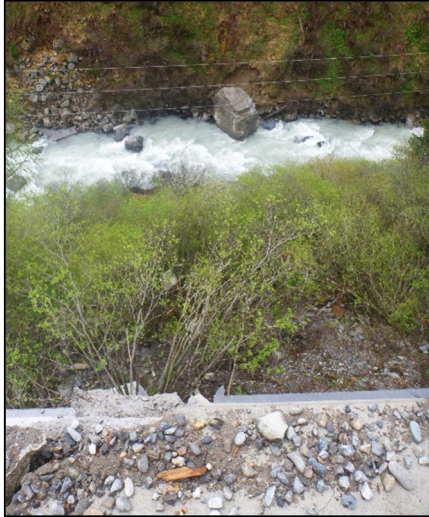


Abb.8. Blocksturz auf die Leckgalerie, der ca. 30m² Block ist orographisch rechts am Ufer eingeschlagen



Abb.9. Blöcke auf der Klammgalerie



Abb.10. Einschlag auf der Fahrbahn



Abb.11. (links) Verfülltes Lawinenauffangbecken zwischen Leckgalerie und Klammgalerie; (rechts) übervolles Lawinenauffangbecken mit provisorischer Erhöhung;



Abb.12. teilberäumtes Auffangbecken mit Großblöcken

Abb.13. Sprengung der Blöcke im Lawinenauffangbecken



Die Messungen mittels TLS haben ergeben, dass die Gesamthangbewegung mit ca. 17.08.2021 vollständig zurückgegangen ist. Letztes Jahr konnten ab ca. 15.07.2020 keine Hangbewegungen mehr festgestellt werden. Seit dem Rückgang der Gesamthangbewegung fanden auch im Zuge von Starkniederschlägen keine Hangbewegungen in Form von Muren bzw. Blockstürzen statt.

Wie bereits 2020 festgestellt werden konnte, kam es auch dieses Jahr nach Abklingen der Schneeschmelze zu einem Rückgang der Großmassenbewegung und in Folge zu keinen weiteren Mur- bzw. Blocksturzereignissen. Aufgrund des schneereichen Winters und der niedrigen Lufttemperaturen im Mai war die Schneeschmelze um ca. einen Monat verzögert, wodurch dieses Jahr die Gesamthangbewegungen erst Mitte August vollständig zurückgegangen sind.

Wie die diesjährigen Ereignisse zeigen, kann es auch im Frühjahr 2022 zu einer Zunahme der Hangbewegungen bzw. zu einer Änderung der Ablösebereiche kommen. Daher ist es aus fachlicher Sicht erforderlich, dass im Herbst 2021 weitere Sicherungsmaßnahmen umgesetzt bzw. die bestehenden Sicherungsmaßnahmen optimiert werden.

4. Maßnahmen:

Die von der Abteilung Geoinformation installierten Messsysteme (terrestrischer Laserscan, hochauflösende Webcam), die laufend den Hang beobachten und von Fachpersonen ausgewertet werden, wurden im Frühjahr 2021 erneut aktiviert und für die laufende Beurteilung des Hanges für die Sanierungsmaßnahmen herangezogen. Zu den zahlreichen Messungen wurden auch Erhebungen im Gelände, Simulationen und Beobachtungen, sowie umfassende Dokumentationen des Hanges und von Ereignissen durchgeführt.

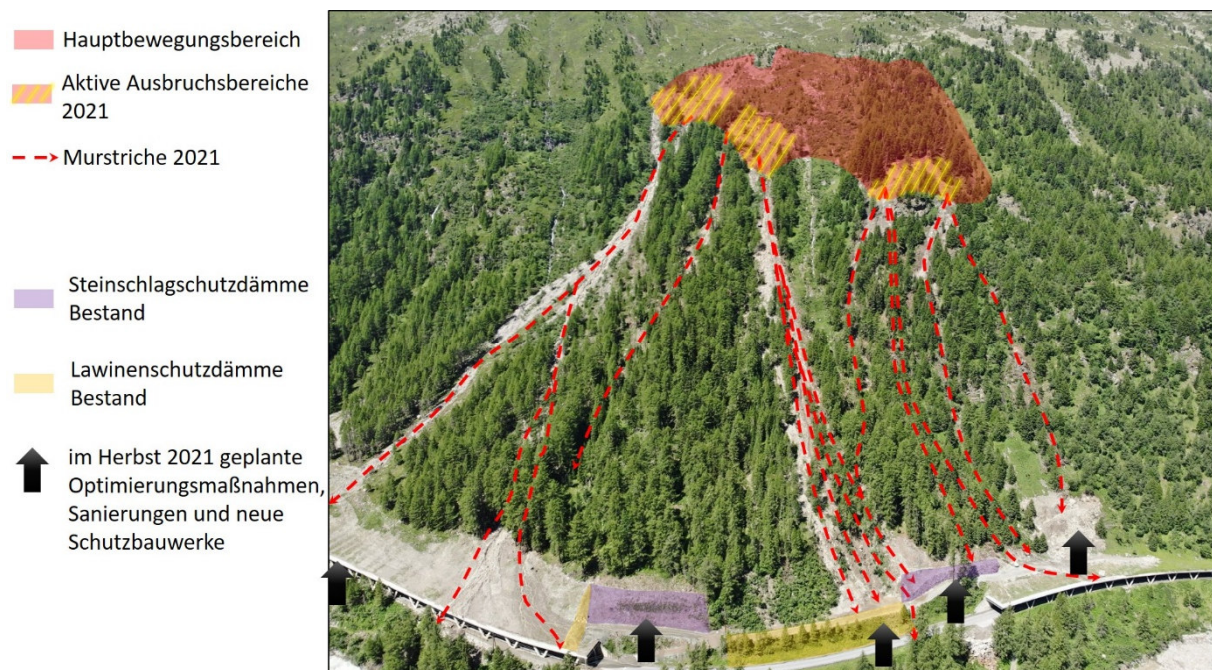


Abb.14. Übersicht über die Murstriche 2021, Bestandsschutzvorrichtungen, Maßnahmenbereiche 2021

Die 2020 errichteten Maßnahmen haben im Wesentlichen ihre Funktion voll erfüllt. Aufgrund der Verlagerung des Hauptbewegungsbereiches mussten vor allem im Bereich des Lawinenauffangraums die Maßnahmen provisorisch adaptiert und laufend gewartet werden. Neben den laufenden Beräumungen, soweit es die Gefährdungssituation zulies, erfolgten provisorische Erhöhungen des Lawinenauffangdammes und des talauswärtigen Steinschlagschutzdammes, sowie Arbeiten zur Sicherstellung der Ableitung der anfallenden Wässer. Ein Teil der Arbeiten musste aufgrund der Gefährdungssituation unter laufender Beobachtung des Hanges durch einen Posten erfolgen.



Abb.15. *Beräumung des Lawinenauffangbeckens*



Abb.16. *Sprengarbeiten im mittleren Hauptbewegungsbereich, rot Sprengmeister am Seil*

Weiters mussten im Einhang unterhalb der Anrisskante des diesjährigen Hauptbewegungsbereiches zwei Großblöcke mit einer Größe von ca. 50m³ mit mehreren kg Sprengstoff gesprengt werden. Die Sprengarbeiten erfolgten unter schwierigsten Bedingungen. Die Blöcke konnten durch mehrmalige Sprengungen erfolgreich abgelöst werden.

Mit Abklingen der Hangbewegungen nach der Schneeschmelze wurde mit den Anpassungsarbeiten der bestehenden Schutzbauten, die einerseits aufgrund der Verlagerung des Hauptbewegungsbereiches und andererseits auch für die 2022 geplante Errichtung der Galerie (Lückenschluss) erforderlich sind, begonnen werden.

5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Beobachtungen und Messungen haben auch 2021 eindeutig gezeigt, dass die Bewegungen im Anrissbereich und im Gesamthang ausschließlich mit der Schneeschmelze in Zusammenhang stehen. Mit dem Ende der Schneeschmelze ca. Mitte August 2021 sind die Bewegungen praktisch zum Stillstand gekommen. Auch nach Mitte August 2020 stattgefundenere Starkniederschlagsereignisse hatten keine Auswirkung auf die Hangstabilität und haben keine erneuten Bewegungen ausgelöst. Dadurch bestätigt sich erneut die Prognose, dass die Schmelzwässer den Hauptmotor für die Gesamthangbewegungen darstellen.