

## Großrutschung im Bereich Leckgalerie Sölden, Geologie, Ursache und Auswirkung

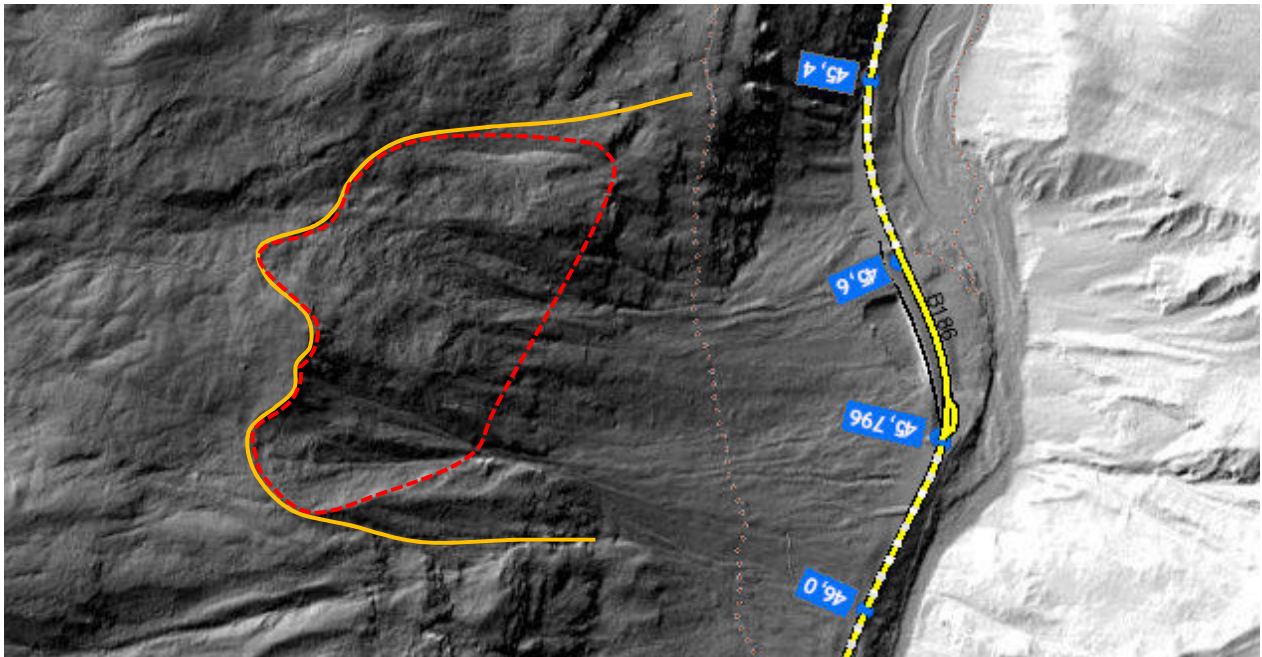
Thomas Figl<sup>1</sup>, Petra Nittel-Gärtner<sup>1</sup>, Katharina Gröbner<sup>1</sup>, Ribis Markus<sup>2</sup>

Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Allg. Bauangelegenheiten, Landesgeologie

<sup>2</sup> geo.zt gmbh - poscher beratende geologen

### 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 zeige 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 keine Bewegungen des Hanges ergeben.

Eine weitere Laserscanmessung im Oktober 2019 hat eine deutliche Verringerung der Bewegungen im talauswärtigen Bereich und geringe Bewegungen im taleinwärtigen Bereich ergeben. Weiters wurden Steinschlagsimulationen durchgeführt, die zusammenfassend ergeben haben, dass aus den talauswärtigen Ablösebereichen keine Steine/Blöcke die Galerie erreichen, sodass der Einzelblocksturz als Einzelereignis bzw. als Ausnahme anzusehen ist. Bis zum Frühjahr 2020 wurden keine weiteren Ereignisse festgestellt.

Am 19.5.2020 wurde im Bereich der Leckgalerie (taleinwärtig der Klammgalerie) festgestellt, dass plötzlich Wassermassen über das Galeriedach abfließen. Es ist im taleinwärtigen Bereich der G zu einer Hangexplosion weit oberhalb der Straße gekommen. Im Anrissbereich trat ein Gerinne mit durchgehend trüber Wasserführung aus. Erste Maßnahmen (Ableitung des Wassers, Ablenkdam) wurden umgehend eingeleitet und umgesetzt.

In der Nacht des 20.5.2020 ist es zu einem weiteren Murereignis gekommen, sowie zu Blockstürzen, wobei ein Großblock mit ca. 30 m<sup>3</sup> ca. 40-50 Höhenmetern oberhalb der Galerie liegen geblieben ist.

Bis zum 10.6.2020 haben sowohl die Ereignisse, die Ereignisgrößen als auch die Gesamtausdehnung der bewegten Bereiche stetig und in einem Ausmaß zugenommen, dass das zunächst theoretische Gesamtversagen nicht mehr gänzlich ausgeschlossen werden konnte. Ein Gesamtversagen würde eine vom Galeriedach schadlos aufnehmbare Überlagerung von 1,5 m überschreiten, wodurch die Standsicherheit des Galeriebauwerkes nicht mehr gegeben wäre.



**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.



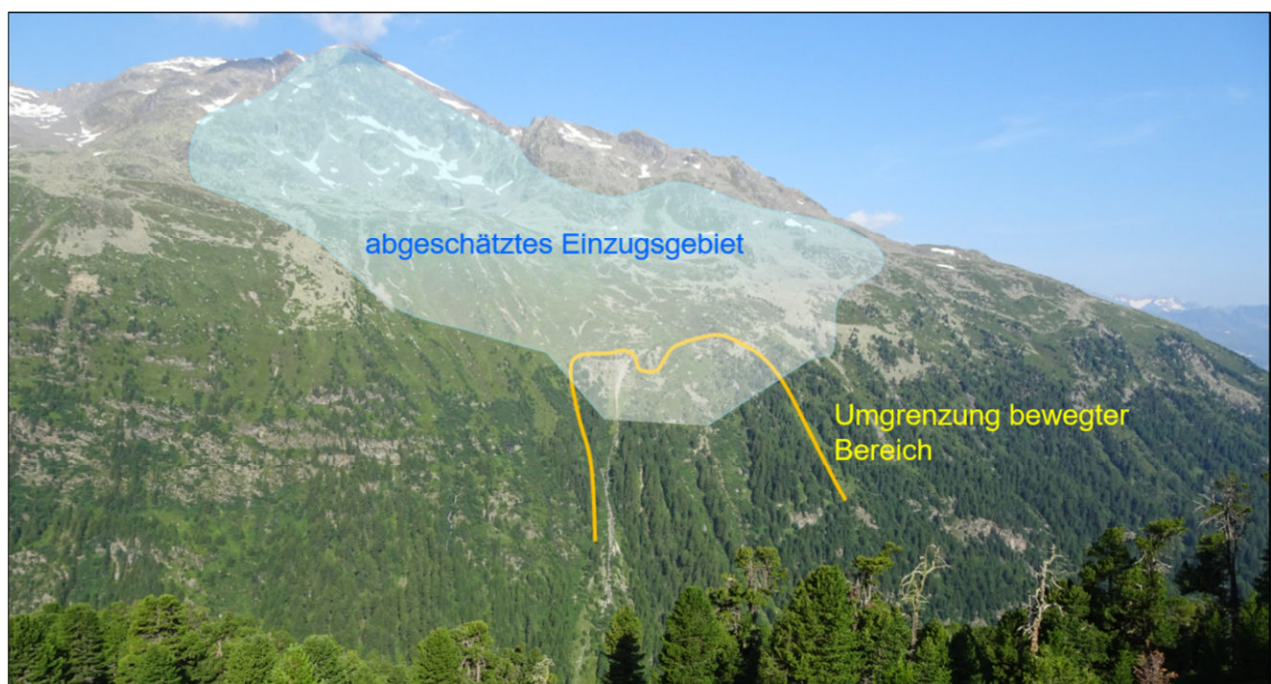
Aufgrund dieses Umstandes und den damit zusammenhängenden akuten Gefährdungen durch Muren, Hangrutsche, Stein- und Blockschläge (im Oberhang befinden sich Großblöcke mit bis zu knapp 60m<sup>3</sup>) konnten zum damaligen Zeitpunkt keine weiteren Maßnahmen/Arbeiten auf dem Galeriedach mehr durchgeführt werden. Die Straßensperre musste aufrecht bleiben.

## 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 Kare 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.

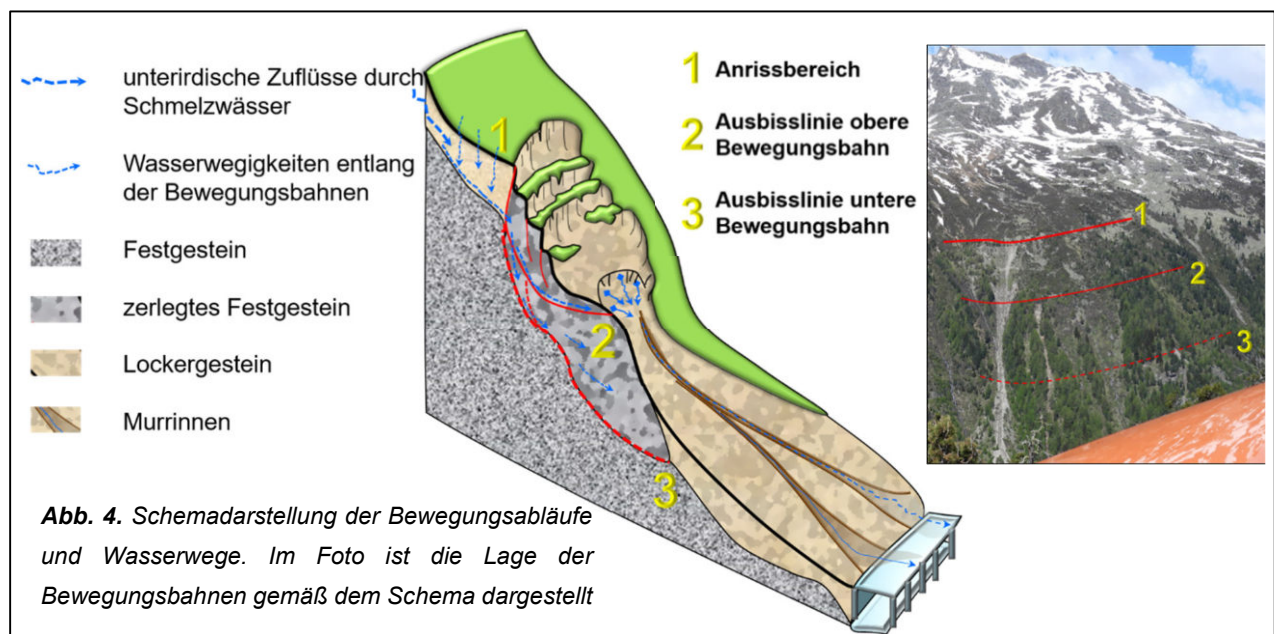


**Abb. 3.** Ansicht des bewegten Hanges von der gegenüberliegenden Seite aus mit dem abgeschätzten Einzugsgebiet.

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

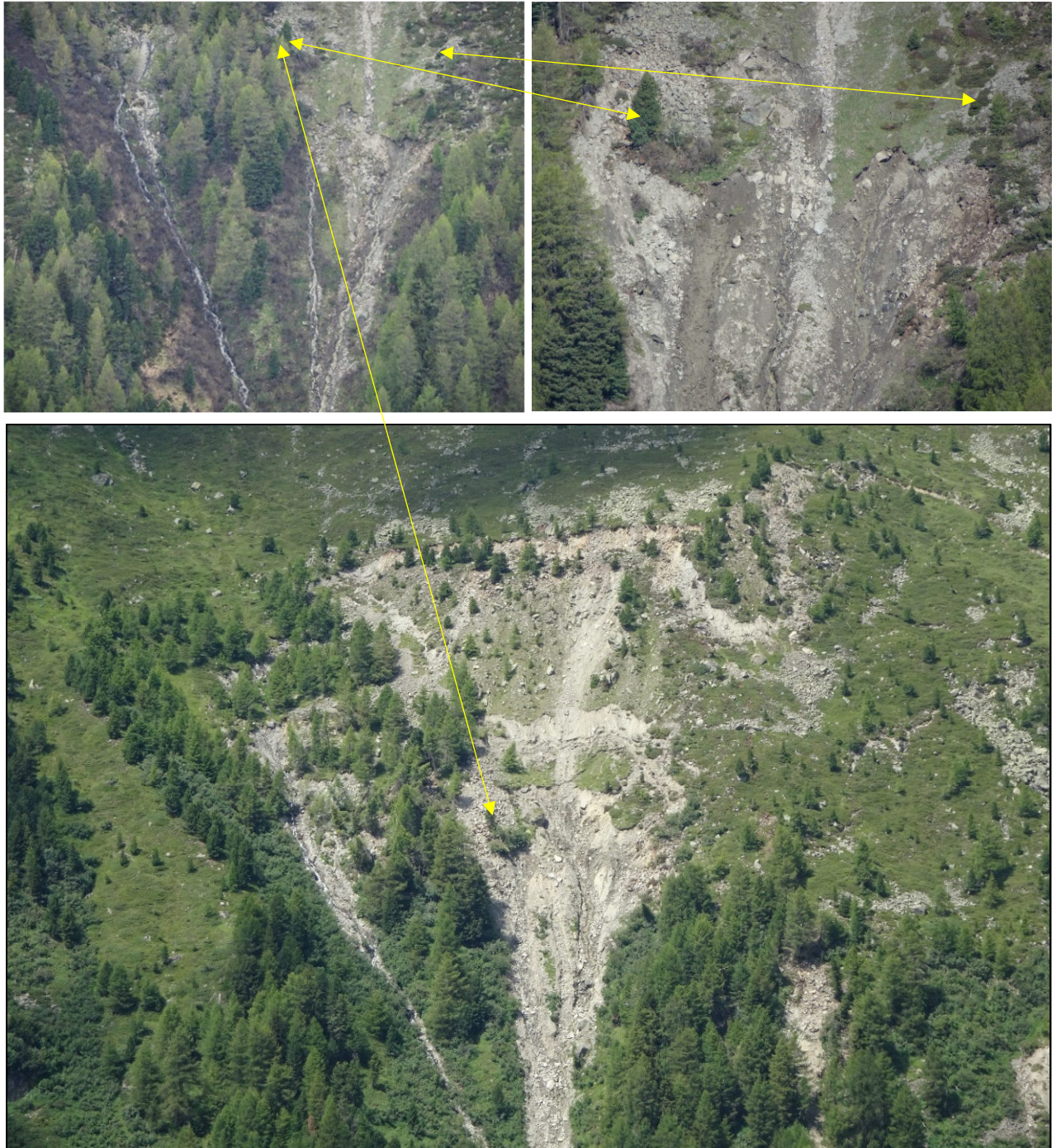
In dem gegenständlichen Hang finden zahlreiche Prozesse statt, die wiederum eine Vielzahl von unterschiedlichen gravitativen Ereignissen hervorrufen. Diesen Ereignissen und Prozessen ist die Gesamthangbewegung übergeordnet. Die Gesamthangbewegung umfasst insgesamt in ihrer größten Ausdehnung ca. 14ha. 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.** Frisch aufgegangene Absetzung und höchste Begrenzung des Großrutschung mit ca. 6m Absetzung.

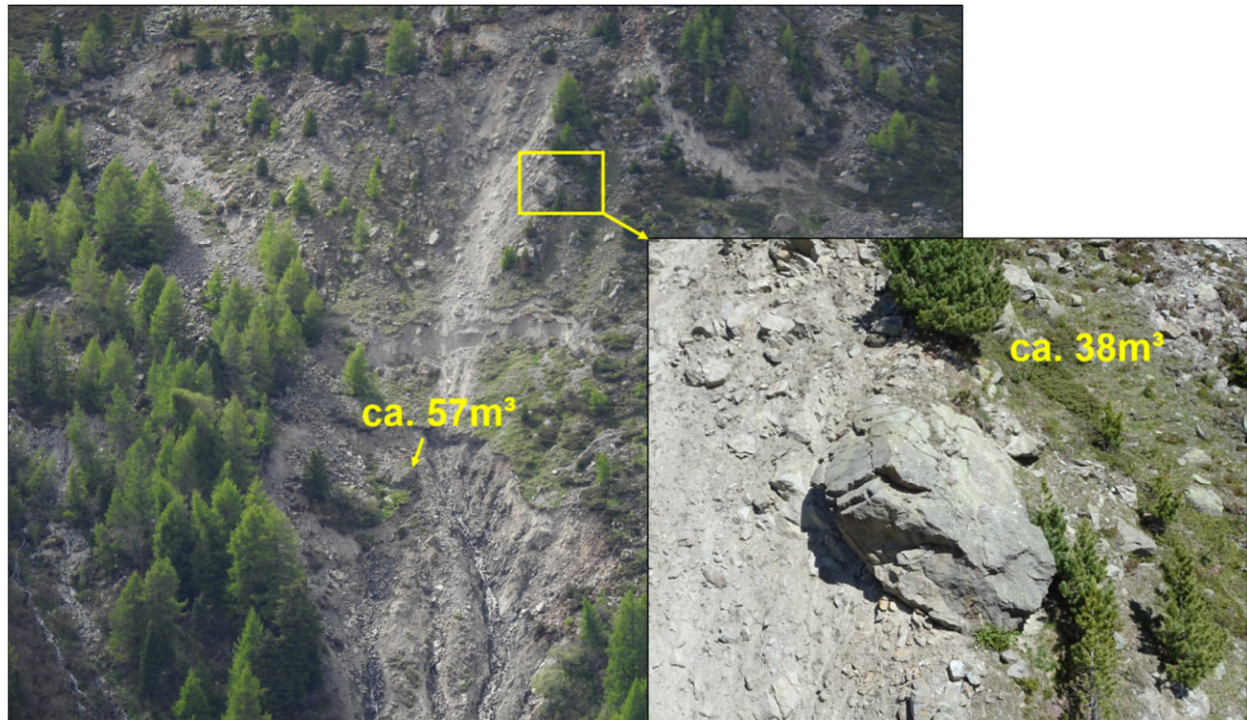




**Abb. 6.** Beispiel aus dem mittleren Anrissbereich links 19.05.2020, rechts 29.05.2020 und unten vom 29.07.2020.

Aufgrund der Hangbewegungen, die zu großen Absetzungen im obersten Bereich führen, kommt es neben Murereignissen auch zu Stein- und Blockschlägen bis hin zum Abstürzen von Großblöcken.





**Abb.7.** Anrissbereiche mit absturzgefährdeten Großblöcken.

Durch die Erosion und Umlagerung von Material ist es zu Murabgängen, deren Masse sich großteils im mittleren Abschnitt des Murschuttkegels abgelagert hat, gekommen. Murmaterial wurde aber auch im talauswärtigen und mittleren Bereich des Daches der Leckgalerie abgelagert.

Durch die immer wieder stattfindende Verlegung der Murrinne kam es zum Aufstau und schwallartigem Ausbrechen von Murmaterial, welches wiederum Blöcke in Bewegung bringt.



**Abb.8.** Neu entstandenes Murrinne oberhalb der Leckgalerie. Das Foto wurde am gesperrten Wanderweg am 26.05.2020 aufgenommen.

Aufgrund dieser Verhältnisse liegen verschiedenste Gefährdungsszenarien (Muren, Hangexplosionen, Stein- und Blockschläge mit Großblöcken) vor, die unterschiedlicher Sicherungs- und Kontrollmaßnahmen bedürfen. Auch das theoretisch mögliche Szenario des Gesamtversagens des bewegten Bereiches wurde dabei berücksichtigt.

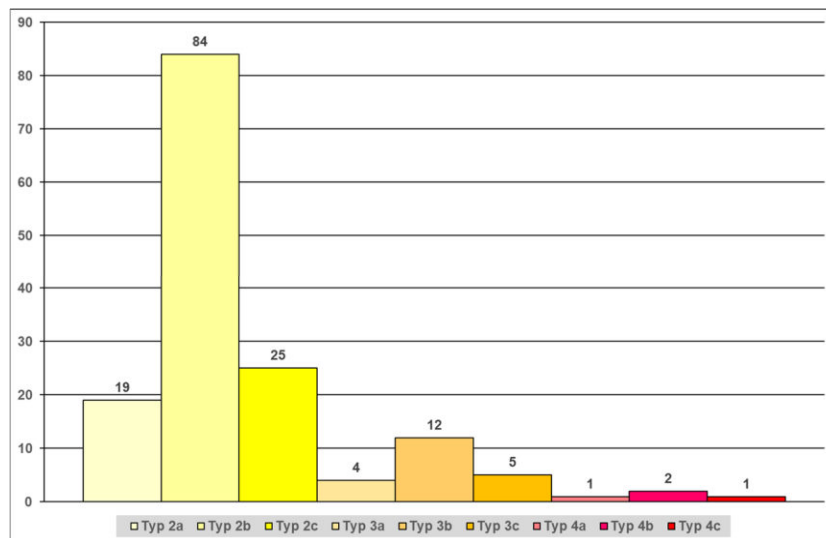
**4. Maßnahmen:**

Es wurden von der Abteilung Geoinformation in Zusammenarbeit mit mehreren Firmen verschiedene Messsysteme (terrestrischer Laserscan, Interferometer, hochauflösende Webcam) installiert, die laufend den Hang beobachten und von Fachpersonen ausgewertet werden. Zu den zahlreichen Messungen wurden auch Erhebungen im Gelände, Simulationen und Beobachtungen, sowie umfassende Dokumentationen des Hanges und von Ereignissen durchgeführt.

Durch die tägliche Dokumentation mittels Beobachtungsposten konnten von 03.06.2020 bis 31.07.2020 gesamt 153 Ereignisse dokumentiert werden, wobei an Spitzentagen bis zu 13 Ereignisse festgestellt werden konnten. Nachfolgende Tabelle und Abbildung zeigen die Gesamtverteilung der dokumentierten Ereignisse.

Bereich	Typ	Beschreibung	dokumentierte Ereignisse
Bereich 1	Typ 2a	Murereignis (kleinräumig)	19
	Typ 2b	Blocksturz (Kleinblöcke: wahrnehmbar/hörbar; Blockgröße <1m)	84
	Typ 2c	Murereignis (kleinräumig) und Blocksturz (Kleinblöcke)	25
Bereich 2	Typ 3a	Murereignis (mittelgroß)	4
	Typ 3b	Blocksturz (mittelgroße Blöcke: wahrnehmbar/hörbar; Blockgröße: klein-PKW)	12
	Typ 3c	Murereignis (mittelgroß) und Blocksturz (mittelgroße Blöcke)	5
Bereich 3	Typ 4a	Murereignis (groß)	1
	Typ 4b	Blocksturz (große Blöcke: wahrnehmbar/hörbar; Blockgröße: Hausgröße)	2
	Typ 4c	Murereignis (groß) und Blocksturz (große Blöcke)	1

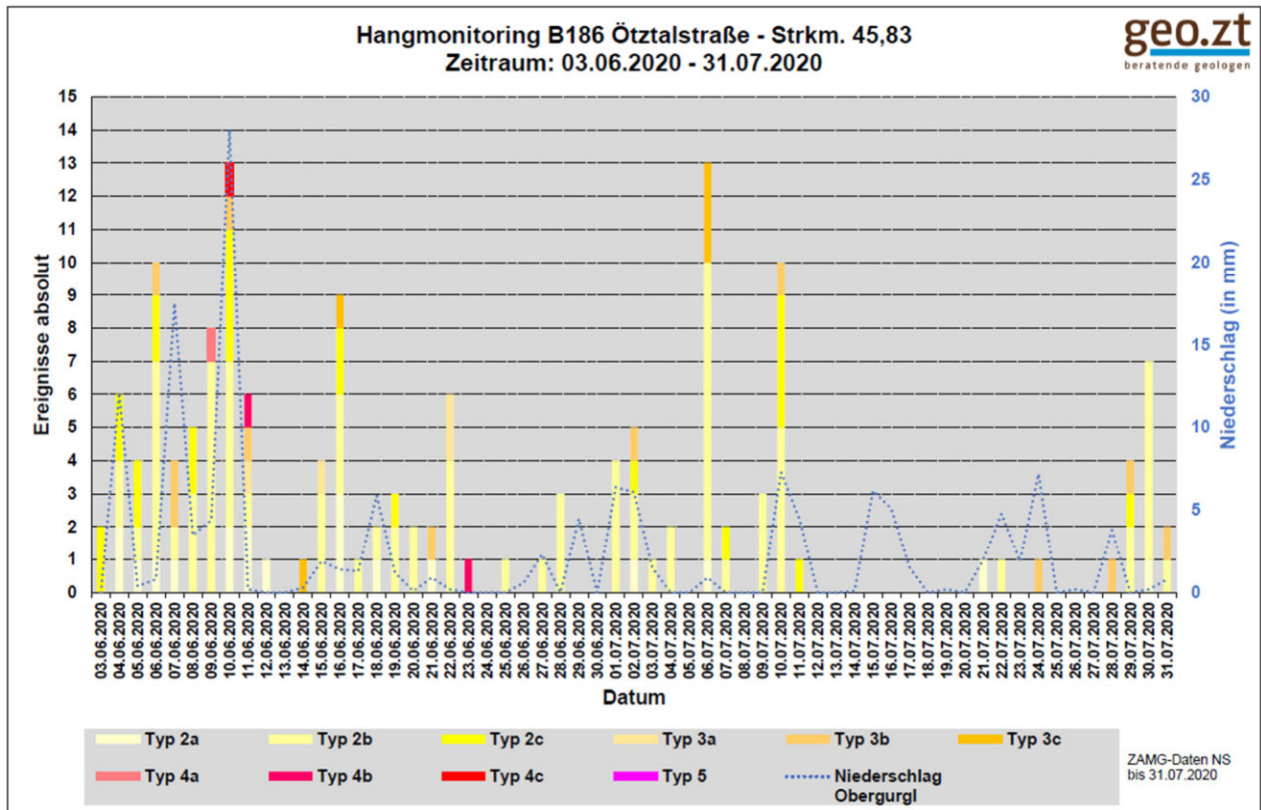
**Tab.1.** Gesamthaft dokumentierte Ereignisse von 03.06.2020 bis 31.07.2020 nach Ereignistyp.



**Abb.9.** Gesamthaft dokumentierte Ereignisse von 03.06.2020 bis 31.07.2020 nach Ereignistyp.

83,66 % der dokumentierten Ereignisse sind dem Bereich 1 (Typ 2a bis Typ 2c) zuzuordnen. 13,73 % sind für den Bereich 2 (Typ 3a bis Typ 3c) erfasst. Ein sehr kleiner Anteil mit 2,61 % ist dem Bereich 3 (Typ 4a bis Typ 4c) zuzuordnen.

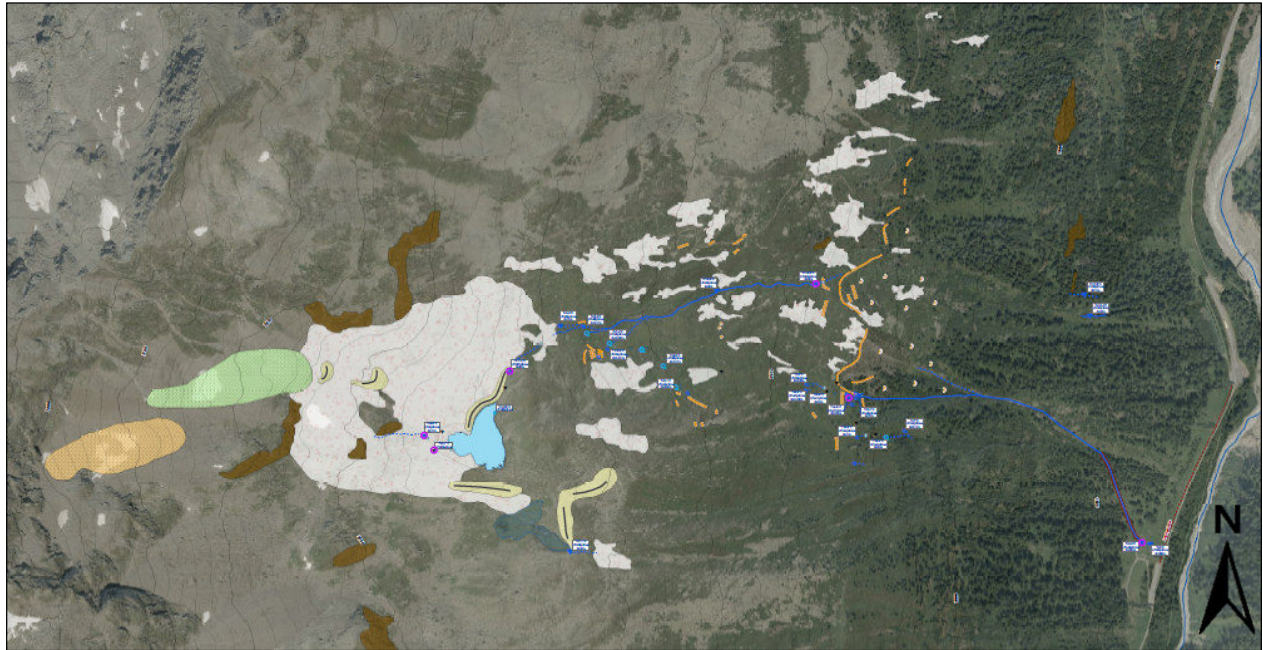
Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die durch Beobachtungsposten täglich dokumentierten Ereignisse im Zeitraum 03.06.2020 bis 31.07.2020 nach Ereignistyp sortiert.



**Abb.10.** Täglich dokumentierte Ereignisse nach Ereignistyp von 03.06.2020 bis 31.07.2020.

Im Zuge von Kartierungen konnten zudem erste Erkenntnisse zur geomorphologischen und hydrogeologischen Situation am Einhang der Leckgalerie gewonnen werden.





**Abb.11.** Ausschnitt aus der geomorphologisch-hydrogeologischen Karte zum Einhang der Leckgalerie.

Das Gefährdungspotential, sowie darauf aufbauend erforderliche Maßnahmen können auf Basis dieser Tätigkeiten ausreichend eingeschätzt werden. Daher konnte am 17.07.2020 die Straße wieder für den Verkehr und somit auch für die Arbeiten der auf der Leckgalerie freigegeben werden.

Da die Arbeiten im Gefährdungsbereich stattfinden, mussten Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden. Dabei handelt es sich um Panzerigel oberhalb des Galeriedaches, Steinschlagdämme und provisorische Steinschlagschutznetze. Der Hang wird seit Beginn der Arbeiten laufend unter anderem durch die Landesgeologie überwacht und auf Basis dieser laufend gewonnenen Erkenntnisse erfolgt eine tägliche fachliche Einschätzung und Beurteilung des gegenständlichen Hanges während der Ertüchtigungsarbeiten im Bereich der Leckgalerie. Bislang wurde nur ein Block registriert, der durch die Panzerigel aufgehalten wurde.

**Abb.12.** Panzerigel mit aufgehaltenem Block



## **5. Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse der Beobachtungen und Messungen haben gezeigt, dass die Bewegungen im Anrissbereich und im Gesamthang seit Ende Juni 2020, ca. mit dem prognostizierten Ende der Schneeschmelze, deutlich zurückgegangen sind. Es hat sich jedoch gezeigt, dass in hochgelegenen Bereichen immer noch Schneereste vorhanden waren. Mit dem tatsächlichen Ende der Schneeschmelze ca. Mitte August 2020 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.