

## TLS-basiertes Geomonitoring TLS-Geomonitoring an der Großbrutschung Leckgalerie, Obergurgl

Patrick Fritzmann, Johannes Anegg

*Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Geoinformation, Herrengasse 1-3, 6020 Innsbruck*

### Einleitung

Die Abteilung Geoinformation wurde im Juli 2019 seitens der Landesgeologie über Spaltenbildungen oberhalb der B 186 (zwischen km 45 und km 46,2, bei Leckgalerie) informiert. Das Gebiet wurde seitdem von der Abteilung Geoinformation in regelmäßigen Abständen mittels terrestrischem Laserscanner (TLS) erfasst, ausgewertet und die detektierten flächenhaften Deformationen bzw. Bewegungen laufend in Form von Berichten an die Landesgeologie weitergegeben.

Im Mai 2020 kam es aufgrund der Schneeschmelze im Untersuchungsgebiet zu einem enormen Wasserandrang, der ca. 300 Höhenmeter oberhalb der Straße im Bereich eines unbenannten Grabens eine Hangexplosion verursachte. Dies führte zu mehreren Mureignissen, deren Material unter anderem das Dach der Leckgalerie überlagerte und eine temporäre Sperrung der B 186 unumgänglich machte.

Im Juni 2020 wurde seitens der Abteilung Geoinformation ein permanentes automatisches Geomonitoring eingerichtet. Dieses besteht aus einem fest installierten terrestrischen Laserscanner, einer Webcam und einem interferometrischem Radar (InSAR).

Dieser Bericht beschränkt sich auf die Messungen der zwei TLS-Systeme. Dabei werden die zwei verschiedenen Scan-Setups beschrieben und bisherige Ergebnisse auszugswise präsentiert.



**Abbildung 1:** Die Messhütten nahe der Mautstation Timmelsjoch. Temporäre Messhütte für TLS (links), neue Messhütte für TLS sowie Stromversorgung für Webcam und InSAR (mitte), InSAR mit Schutzhütte (rechts).

## TLS Geomonitoring Episodische Messungen mit mobilem Scan-Setup



**Abbildung 2:** Ansicht des Untersuchungsgebiets mit mobilem Scanner Riegl VZ-4000.

Die erste TLS Messkampagne fand am 01.08.2019 statt (Nullmessung). Seitdem wurden neun Folgemessungen durchgeführt. Das Gebiet wurde vom Gegenhang von 5 Scanpositionen mit einem terrestrischen Long-Range-Scanner (Riegl VZ-4000) erfasst. Als Grundlage für die Georeferenzierung wurde die klassifizierte Punktwolke des Airborne Laser Scan (ALS 2017) vom 30.08.2017 verwendet. Alle folgenden Mess-Epochen wurden auf stabile Bereiche der Nullmessung georeferenziert.

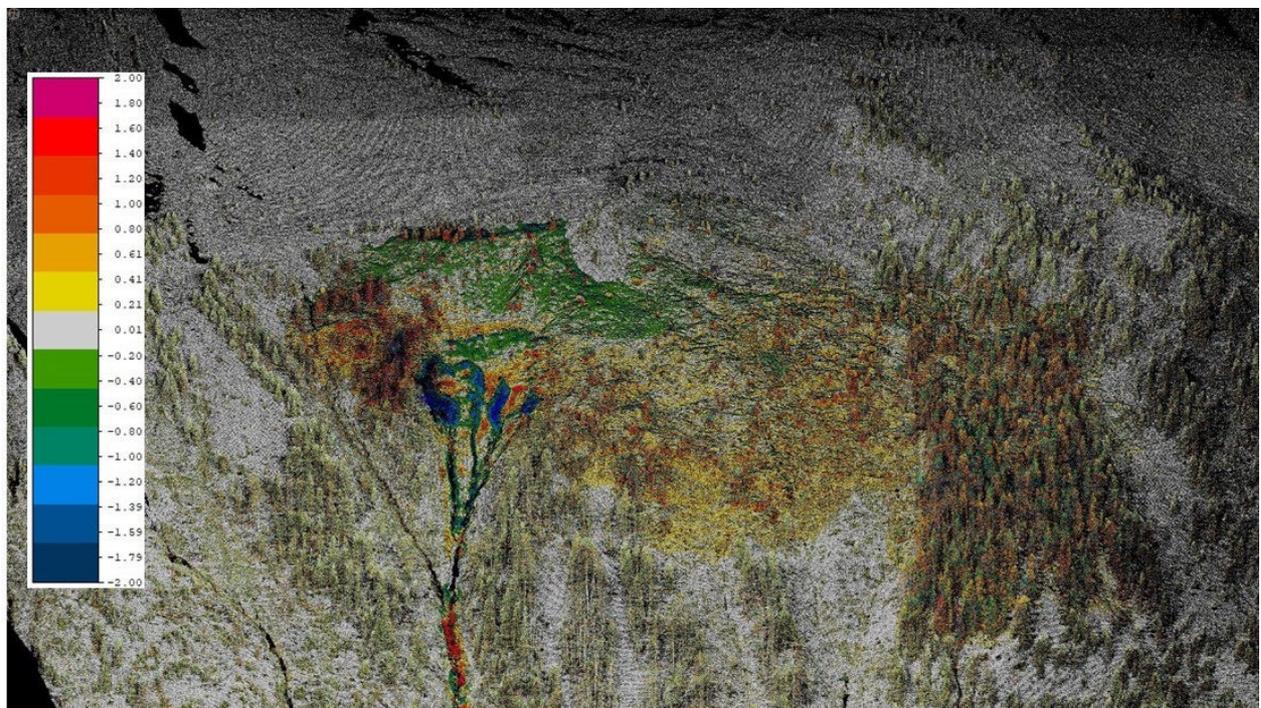
Epoche	Datum	Mittlerer Punktabstand
ALS_2017*	30.08.2017	12 cm
TLS 19_1**	01.08.2019	7 cm
TLS 19_2	15.10.2019	9 cm
TLS 20_1	20.05.2020	8 cm
TLS 20_2	29.05.2020	7 cm
TLS 20_3	12.06.2020	7 cm
TLS 20_4	17.06.2020	8 cm
TLS 20_5	23.06.2020	10 cm
TLS 20_6	30.06.2020	8 cm
TLS 20_7	15.07.2020	9 cm
TLS 20_8	06.08.2020	9 cm

**Tabelle 2:** Übersicht der bisher durchgeführten TLS Kampagnen. \* Grundlage für Georeferenzierung der Nullmessung; \*\* Grundlage für Georeferenzierung der Folgeepochen.

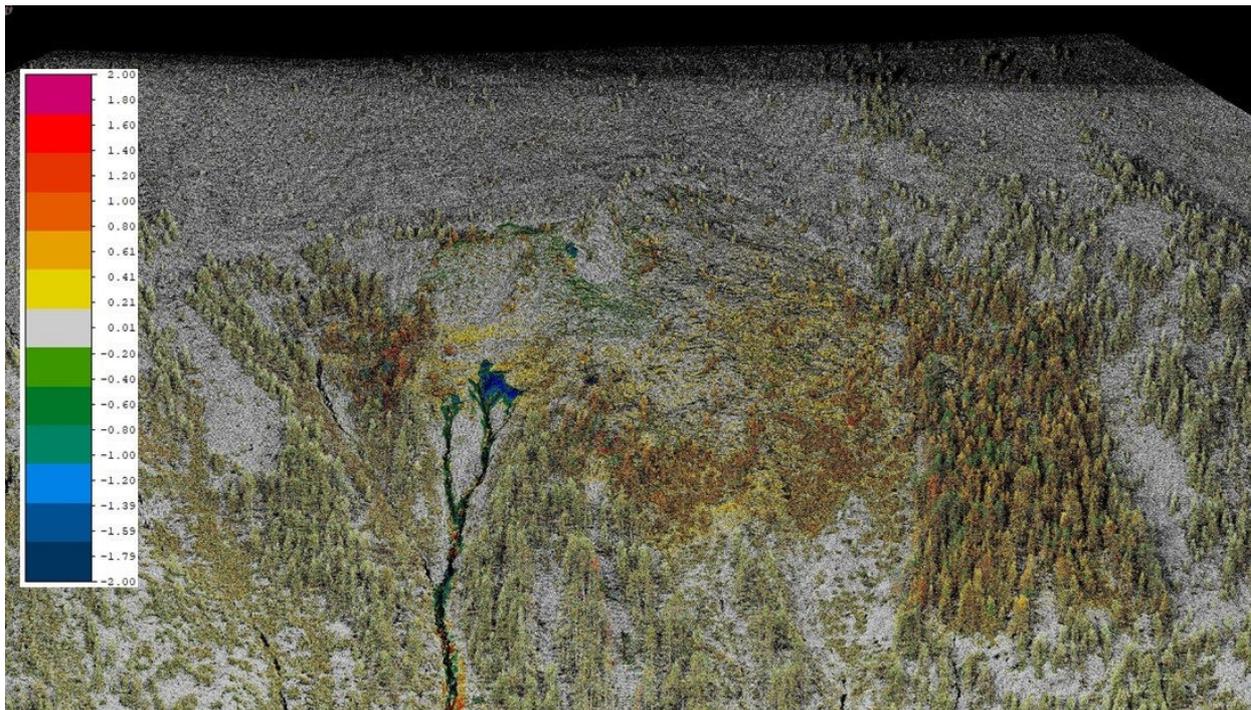
## Ergebnisse mobiles Scan-Setup



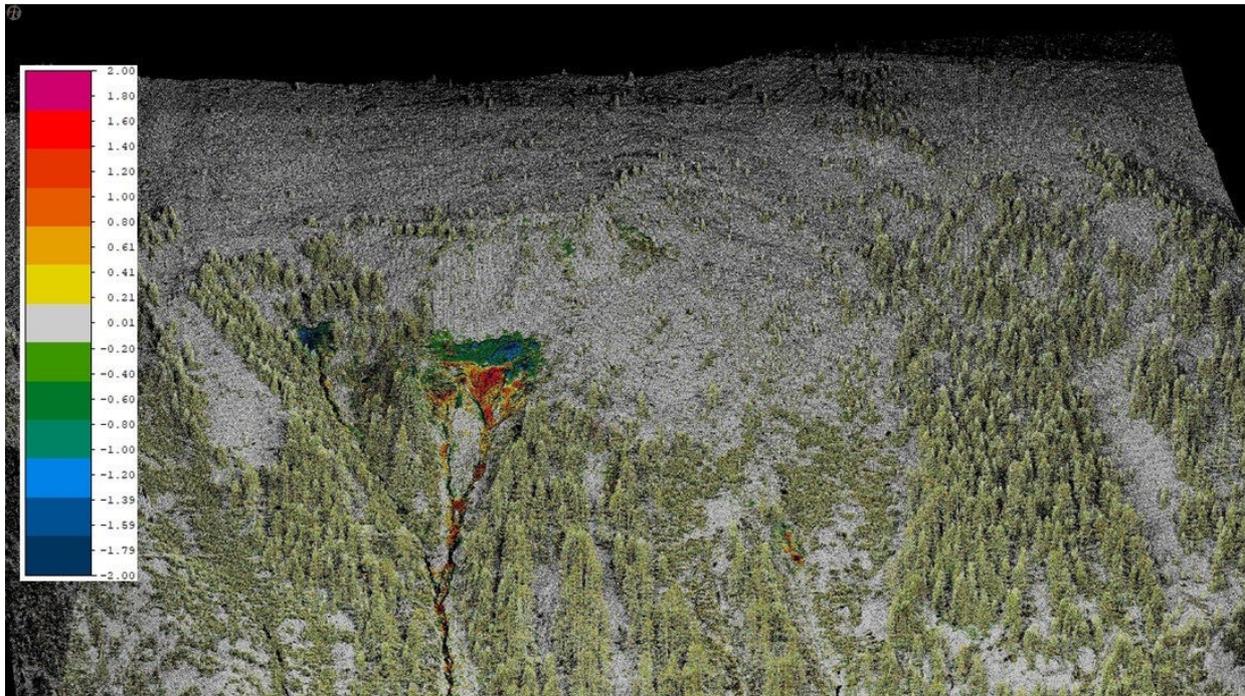
**Abbildung 3:** 3D-Ansicht der Distanzen zwischen den Punktwolken der Epochen 01.08.2019 und 15.10.2019 (mobiles Scan-Setup).



**Abbildung 4:** 3D-Ansicht der Distanzen zwischen den Punktwolken der Epochen 20.05.2020 und 29.05.2020 (mobiles Scan-Setup).



**Abbildung 5:** 3D-Ansicht der Distanzen zwischen den Punktwolken der Epochen 17.06.2020 und 23.06.2020 (mobiles Scan-Setup).



**Abbildung 6:** 3D-Ansicht der Distanzen zwischen den Punktwolken der Epochen 15.07.2020 und 06.08.2020 (mobiles Scan-Setup).

## Permanente Messungen mit automatischem Scan-Setup



**Abbildung 7:** Blick aus der Messhütte auf das Untersuchungsgebiet inkl. Scanner Riegl VZ-2000i.

Am 25.06.2020 wurde nahe der Mautstelle Timmelsjoch ein terrestrischer Long-Range-Scanner (Riegl VZ-2000i) permanent installiert.

Zur Unterstützung im Gefahrenbeurteilungsprozess für die Baustelle, wurde als erste Sofortmaßnahme der Scanner auf einem betonierten Pfeiler in einer temporären Messhütte installiert. Zeitgleich wurden neben dieser Hütte ein Betonfundament und ein Betonsockel gegossen (siehe Abbildung 8). Nach ausreichender Aushärtung des Betons, wurde das System auf den neuen Standpunkt versetzt.

Der Scanner führt alle zwei Stunden automatisiert einen Scan des gesamten Untersuchungsgebiets durch. Die mittlere Entfernung zum Untersuchungsgebiet beträgt ca. 1500 m. Bei einer horizontalen und vertikalen Winkelauflösung von  $0,009^\circ$  und einer Messrate von 50 kHz dauert ein Scan des kompletten Untersuchungsgebiets knapp 13 Minuten.

Der Scan und die gerechneten Deformations-Ergebnisse (voxelbasierte Tiefendifferenzen zu allen Messungen) sind ca. 10 Minuten nach Scanabschluss verfügbar und können abgerufen werden.

Die Deformations-Ergebnisse, welche in der WebApp dargestellt sind, werden bereits am Scanner gerechnet.

Das Scanprojekt an sich, die Punktwolke der Scans, die Berechnungen und sämtliche meteorologischen Parameter (Temperatur, Druck, Luftfeuchte) werden auf einem Server gespeichert und können für weiterführende Detailauswertungen, wie Deformationsanalysen, Differenz- und Kubaturberechnungen verwendet werden.

### Ergebnisse kontinuierliches Scan-Setup

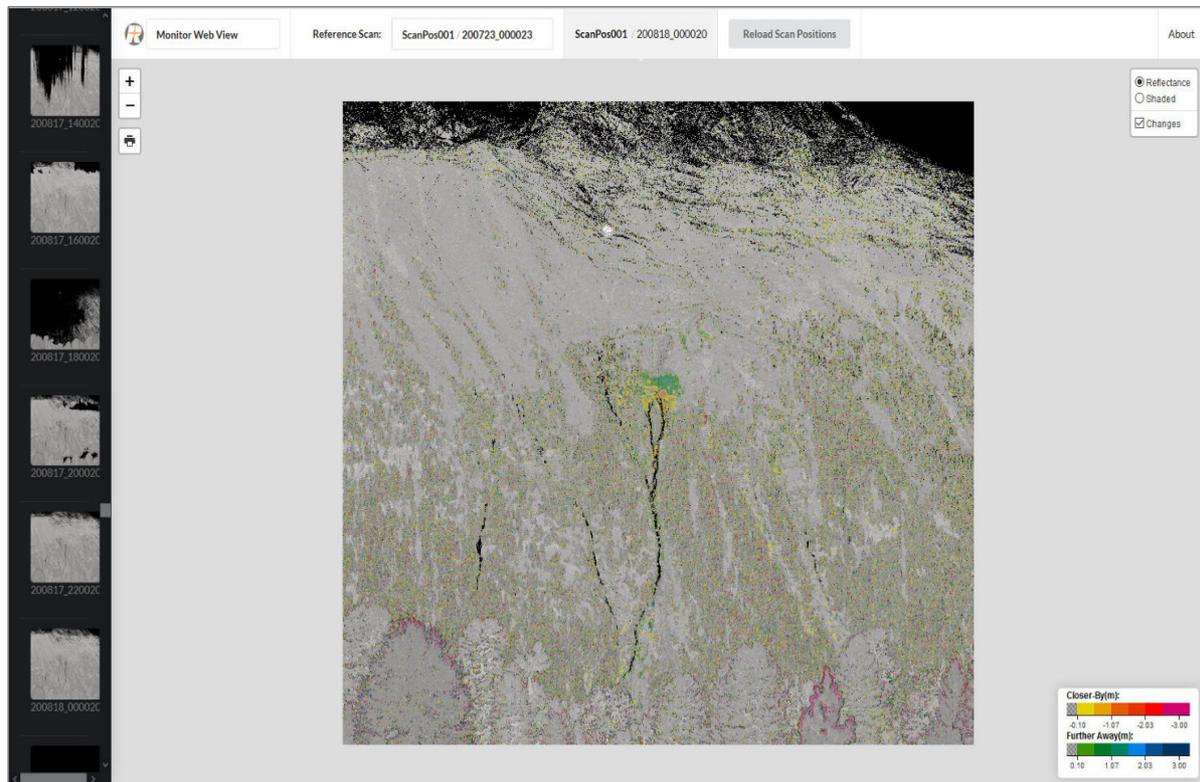


Abbildung 8: Oberfläche der WebApp, erreichbar unter <https://hangrutsch.tirol.gv.at/>

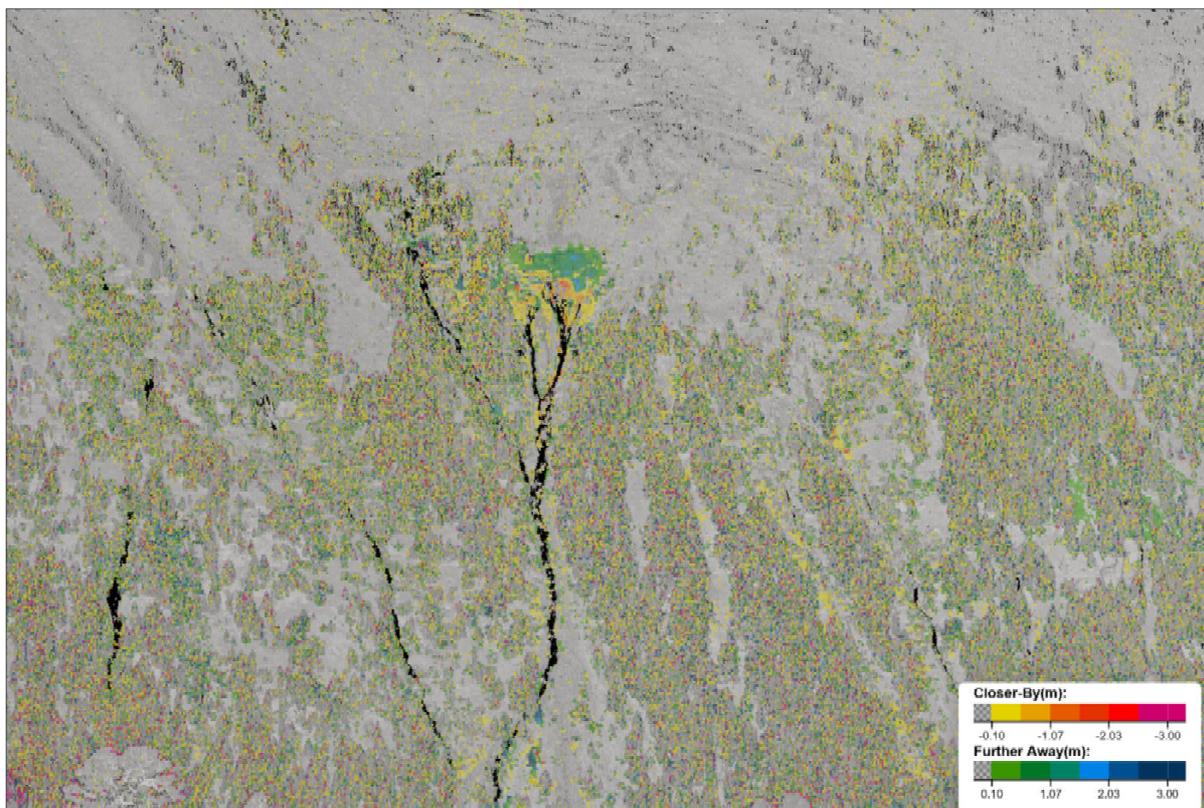
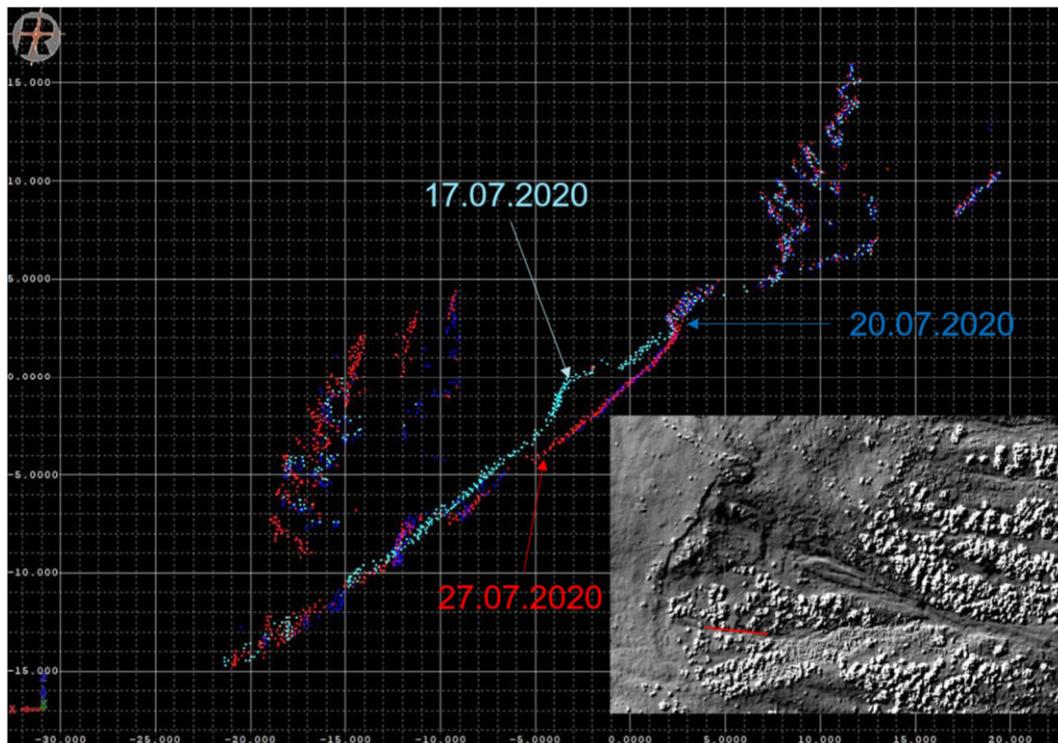
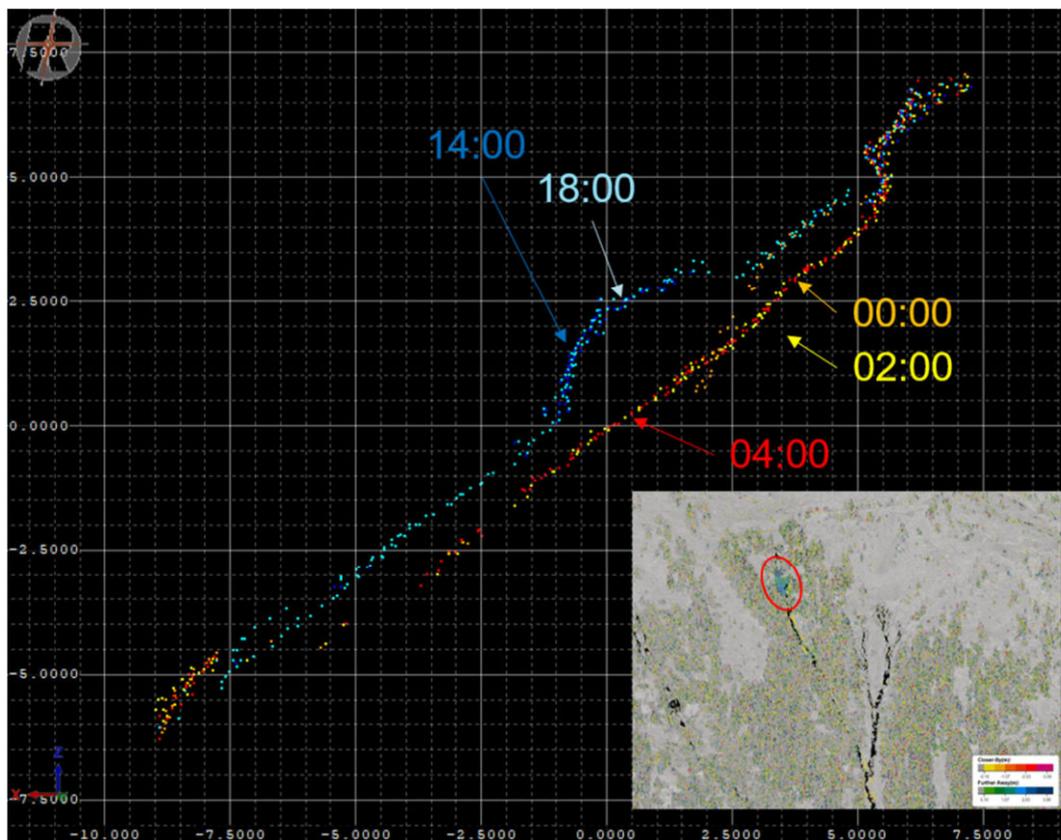


Abbildung 9: Darstellung aus der WebApp, Differenz zwischen dem 18.07.2020 und AKTUELLSTEM DATUM!!!!



**Abbildung 10:** Profilschnitt durch Punktwolken der Epochen 17.07.2020 (hellblau), 20.07.2020 (dunkelblau) und 27.07.2020 (rot) (automatisches Scan-Setup).



**Abbildung 11:** Profilschnitt durch Punktwolken der Epochen 17.07.2020 und 18.07.2020. Die Kubatur-Ermittlung ergab einen Abtrag von 515 m<sup>3</sup> auf rund 500 m<sup>2</sup> (automatisches Scan-Setup).