Hochschule München University of Applied Sciences

BESTIMMUNG VON MASSENVERÄNDERUNGEN AM JOCHSCHROFEN MITTELS LASERSCANNING

Bachelorarbeit | 03.04.2023

Martin Lodwig

INHALT:

- ✓ Motivation
- ✓ Planung und Anwendung
- ✓ Auswertung der Messdaten
- ✓ Analyse der Massenveränderung
- ✓ Wirtschaftlichkeit der Scanner
- ✓ Probleme und Herausforderungen
- ✓ Fazit

MOTIVATION

- Jochschrofen liegt zwischen Oberjoch und Bad Hindelang in den Allgäuer Alpen
- Südliche Felswand grenzt an die B 308
- Die nahezu senkrechte Felswand hat eine Fläche von etwa 100 m auf 140 m

→ **Steinschlaggefahr!**

- Anbringung von Steinschlagschutzzäunen
- 4 m hohe Zäune in zwei Reihen
- Begrünungsmaßnahmen

MOTIVATION

- Regelmäßige Kontrollen durch das staatliche Bauamt Kempten
- Veranlassung weiterer Überwachungsmaßnahmen

→ **Terrestrisches Laserscanning**

- 2018/2019 fand bereits eine Messung statt
- Neue Messung im November 2022
- Zusätzliche Untersuchung:

Kann die einfachere Nutzung von scannenden Tachymetern den Laserscanner ersetzten?

Quelle: Privat bereitgestelltes Bild vom Staatlichen Bauamt Kempten

PLANUNG UND ANWENDUNG

- Beurteilung der Topographie
- Aufsuchen alter Standpunkte
- Abmarkung neuer Standpunkte
  - Statische GNSS-Messung von Standpunkten (Trimble R10)
  - Tachymetrische Messung aller Punkte (Trimble SX10)
  - Auswertung des Raumnetzes
- Aufstellung der Scanner auf den Standpunkten und Messung der Felswand (Trimble SX10 und Riegl VZ-400)

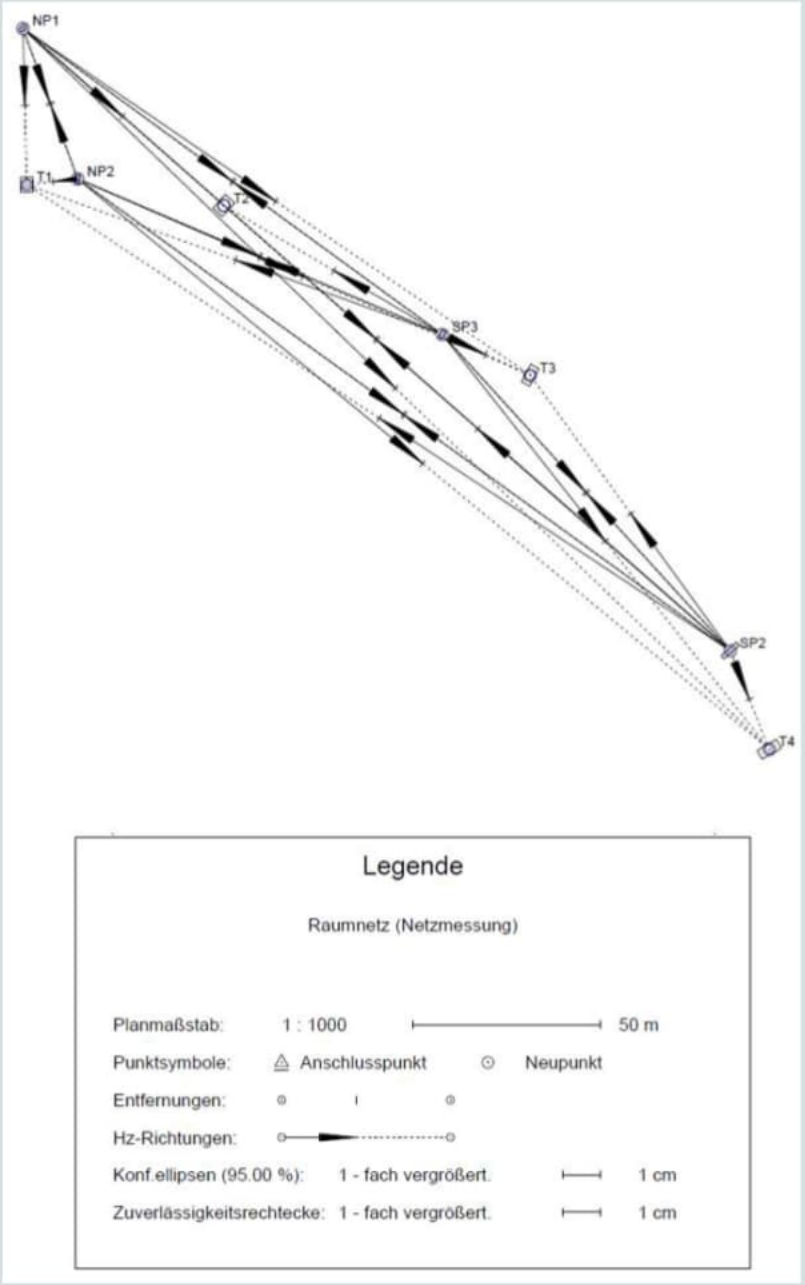
AUSWERTUNG DER MESSDATEN

- Auswertung des Raumnetzes in einer freien Netzausgleichung
  - Standardabweichung maximal L/H:

    0,8 mm / 1,1 mm
  - Standardabweichung durchschnitt L/H:

    0,6 mm / 0,8 mm

- Ausgabe der ausgeglichenen Koordinaten im UTM- und GK-System



Cremer/CAPLAN

AUSWERTUNG DER MESSDATEN

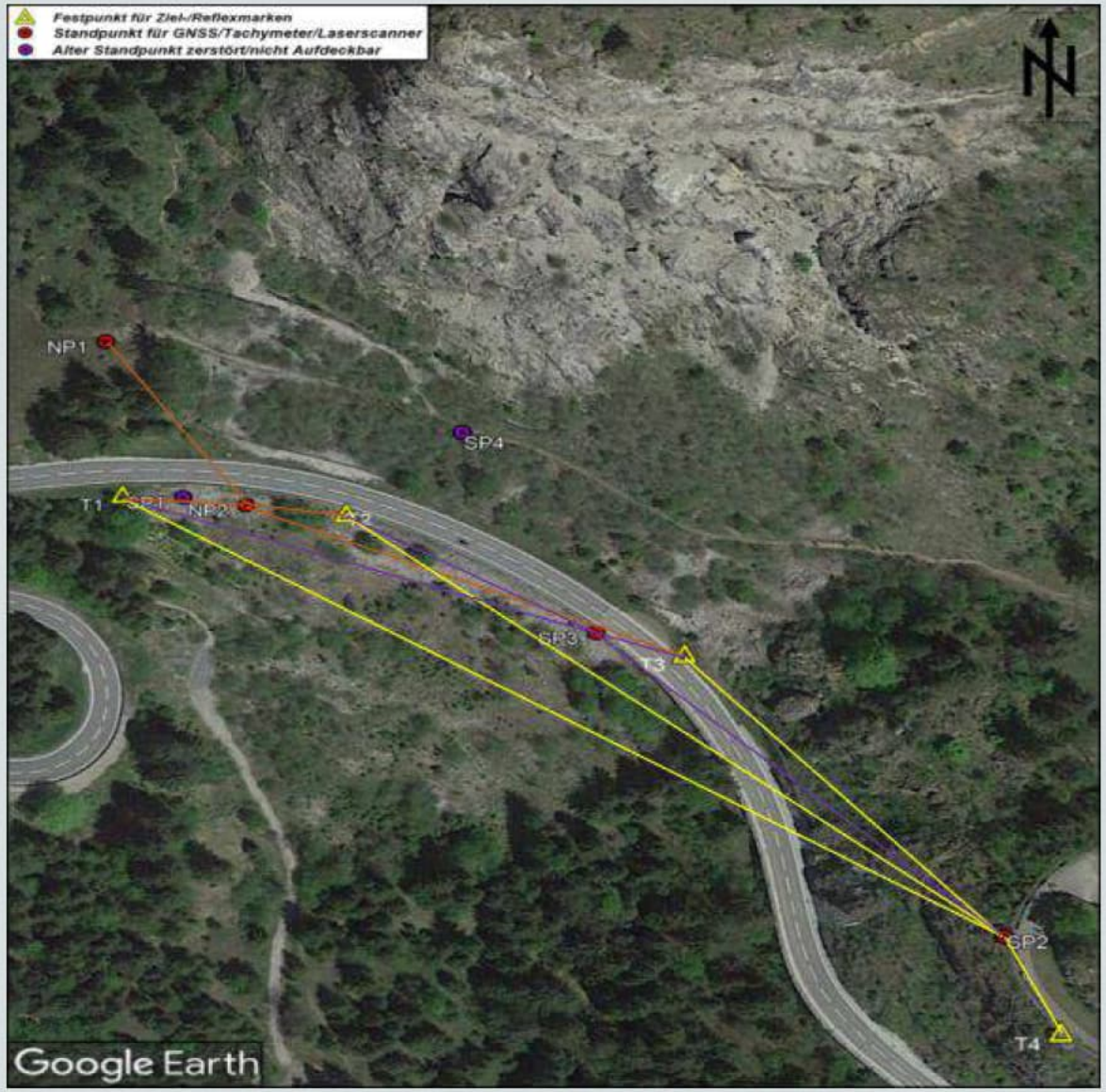
- Referenzierung des VZ-400
  - Standardabweichung NP2:

    2,0 mm
  - Standardabweichung SP2:

    2,7 mm
  - Standardabweichung SP3:

    1,2 mm
  - Standardabweichung im globalem System:

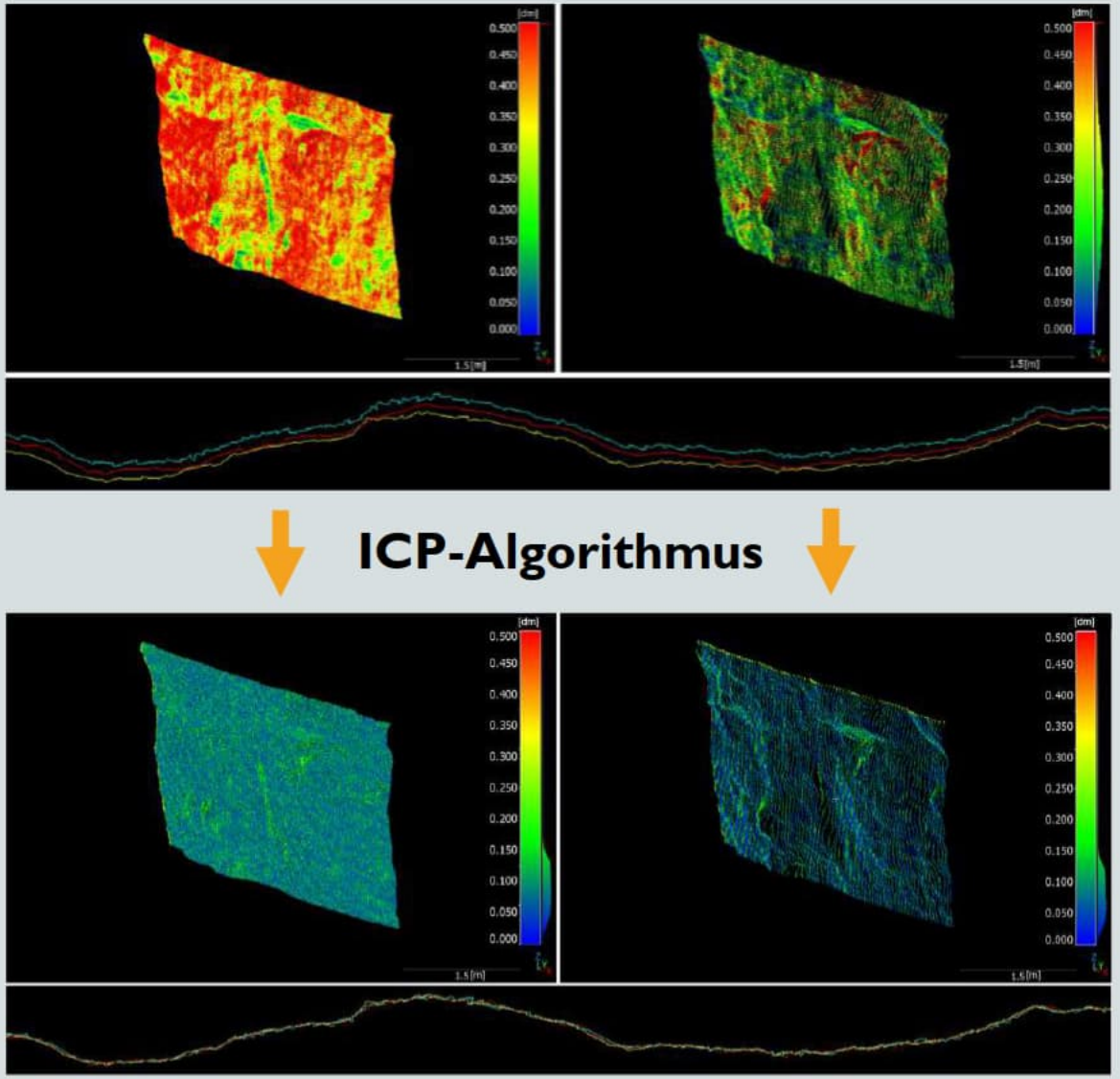
    2,3 mm



AUSWERTUNG DER MESSDATEN

- Punktwolken einzelner Scans weichen von einander ab
- Messstrecken reichen von ca. 50 – 200 m
- Auftreffwinkel des Messtrahls spielt eine Rolle in der Genauigkeit
- Annäherung der Punktwolken durch ICP-Algorithmus

- Vorteil vom SX10: automatische Annäherung und Koordinierung der Punktwolken



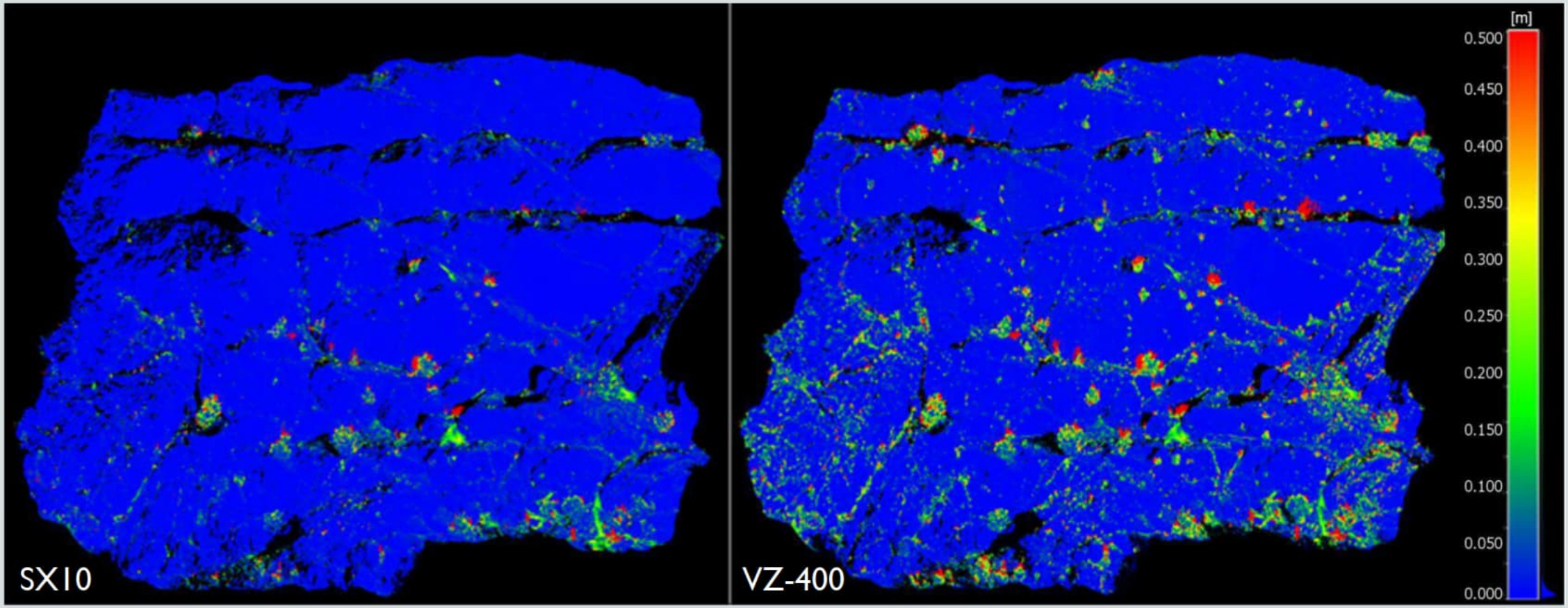
CloudCompare

ANALYSE DER MASSENVERÄNDERUNGEN

- Importieren der Punktwolken
- Zuschneiden der Punktwolken
- Anwendung der Cloud to Cloud Funktion
  - Referenz ist die Punktwolke von 2019

CloudCompare

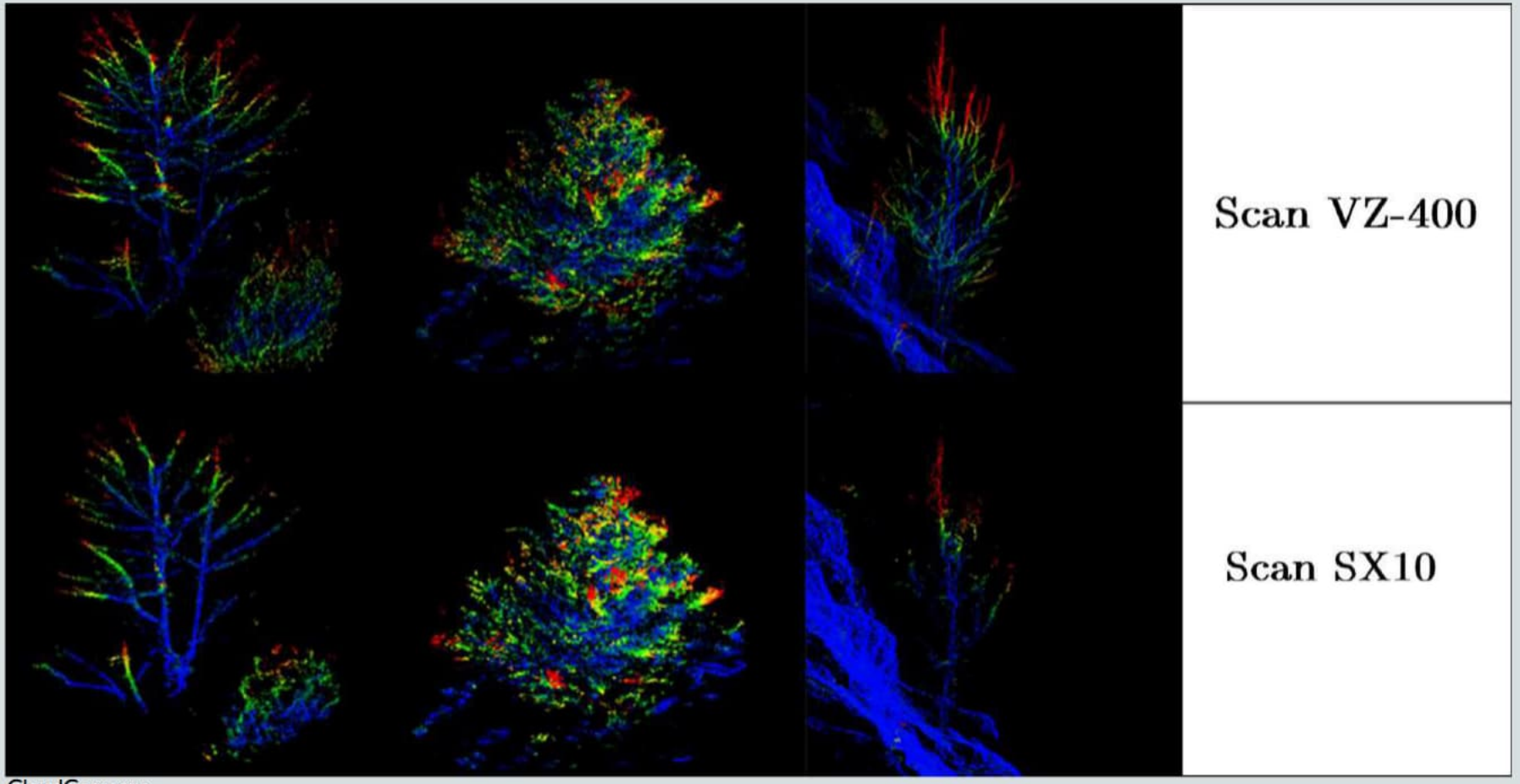
ANALYSE DER MASSENVERÄNDERUNGEN



CloudCompare

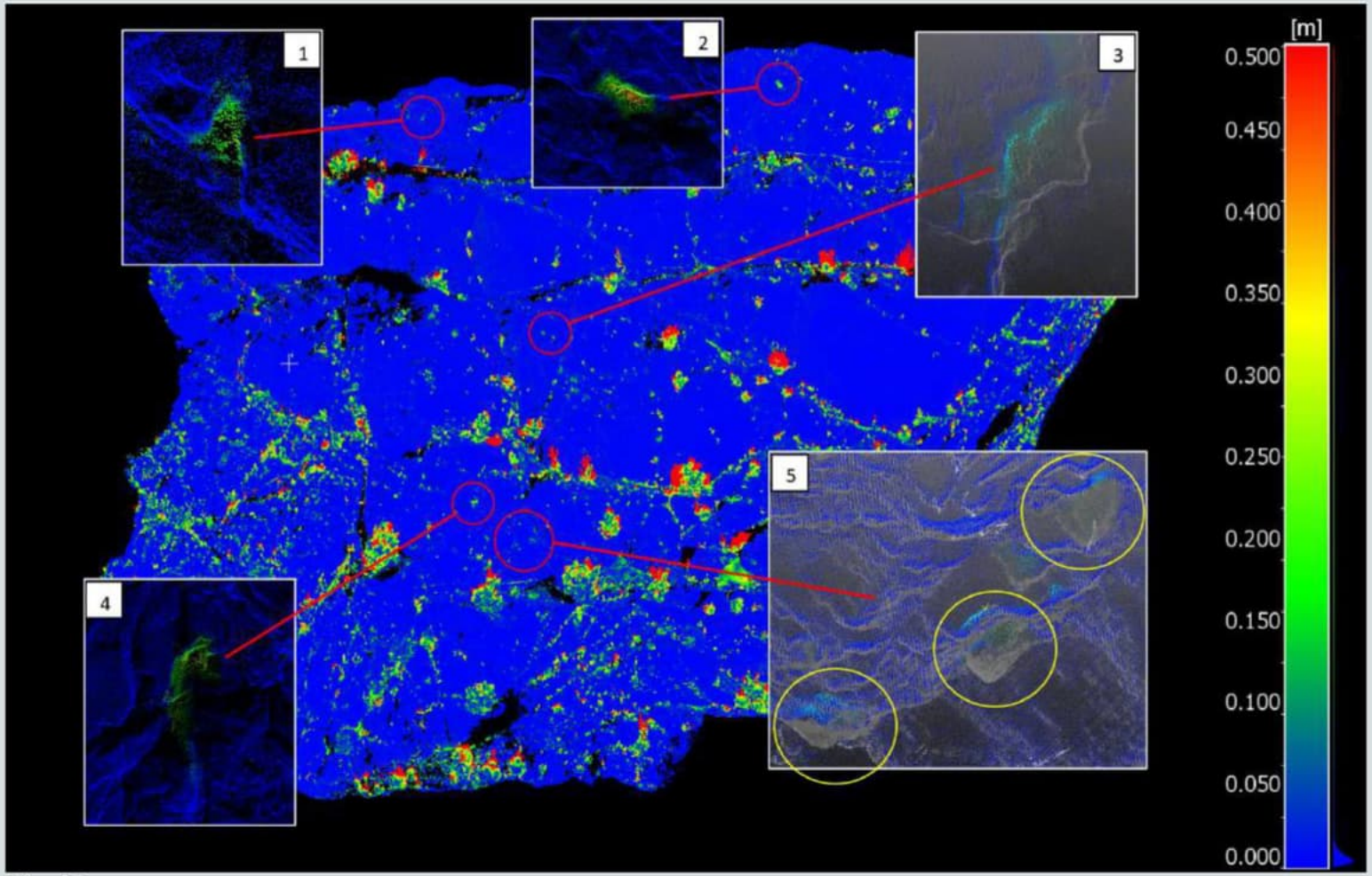
Erster Vergleich zeigt, dass keine großräumigen Veränderungen über 1cm vorliegen

ANALYSE DER MASSENVERÄNDERUNGEN



CloudCompare

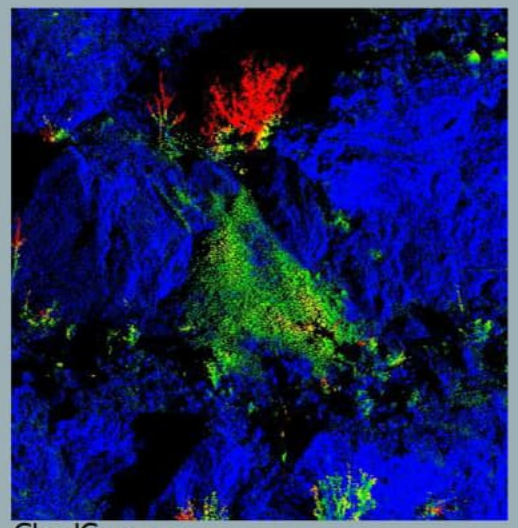
ANALYSE DER MASSENVERÄNDERUNGEN



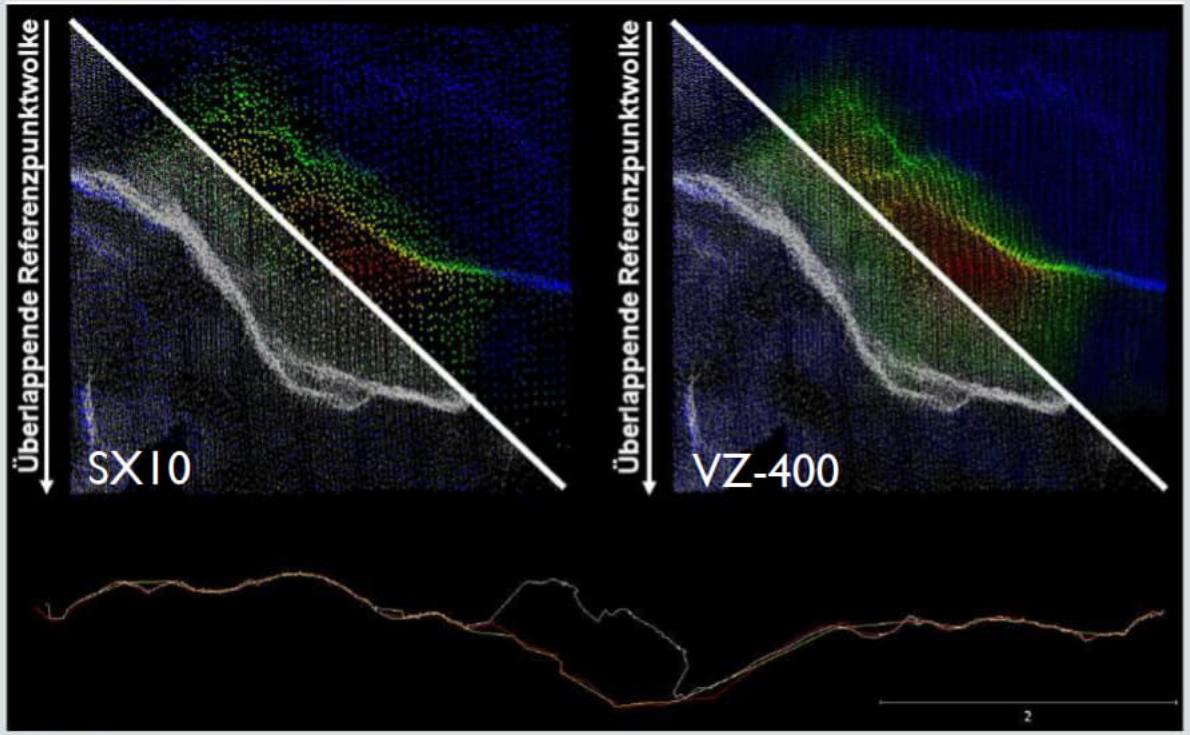
CloudCompare

ANALYSE DER MASSENVERÄNDERUNGEN

- Volumenberechnung des Stück 2
  - SX10: 0,371 m³ → ICP: 0,345 m³
  - VZ-400: 0,351 m³ → ICP: 0,340 m³
- Faustgroße Abbrüche sind erkennbar
- Schutt ist erkennbar mit ca. 3,9 m³



CloudCompare



CloudCompare

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Trimble SX10		Riegl VZ-400
300° x 360°	Gesichtsfeld	100° x 360°
26,6 kHz	Max. Messrate	122 kHz
600 m	Max. Reichweite	600 m
1,5 mgon (5'')	Winkelmessgenauigkeit	0,5 mgon (1,8'')
14 mm	Max. Genauigkeit/100m	4 mm
'sehr fein'	Eingestellte Auflösung	2 cm / 200 m
ca. 50 min	Scandauer NP2	ca. 60 min
ca. 60 min	Scandauer SP2	ca. 70 min
ca. 55 min	Scandauer SP3	ca. 60 min
10 - 35 mm	Punktdichte/Scan	3 - 20 mm

Fazit

Schnelle Ergebnisse

Bessere Ergebnisse

PROBLEME UND HERAUSFORDERUNGEN

- Topographie → ungünstige Netzkonfiguration
- Vegetation → Sichtsperren
- Terrestrische Messung → Lückenentstehung
- Relativ hoher Zeit- und Arbeitsaufwand

CloudCompare

FAZIT

- Erfolgreiche Erfassung der Felswand mittels Laserscanning
- Detektierung von Massenveränderungen
- Analyse von Volumen einzelner Felsabbrüche
- Vergleich der Wirtschaftlichkeit zwischen scannenden Tachymeter und Laserscanner

→ Weitere Messung mit scannenden Tachymeter notwendig zum Vergleich!