

# RiaIT4D: Hohen Rätien – tangibel, virtuell, durch die Zeit

## Modellierung einer archäologischen Stätte zur Erstellung eines physischen 3D-Modells

### Ausgangslage

- Archäologische Stätte oberhalb von Thuzis (GR)
- Interesse an einem physischen 3D-Modell von archäologischen Ausgrabungen
- Punktwolken und Bilder als Ausgangsdaten
- Aufgabe:
  - Konzeption und Entwurf des Exponats
  - 3D-Modellierung der Modellkomponenten
- Ziel der Arbeit: möglichst vollständiges, geometrisch detailgetreues und präzises Modell

Abb. 1: Übersichtskarte der Berganlage Thuzis, 1310m (eigene Abbildung)

### Konzept

Festlegung der gewünschten Kriterien für die Realisierung eines physischen 3D-Modells

- Modellgrösse
- Auswahl der Elemente, die dargestellt werden
- Grad der Detailliertheit
- Farbe
- Material
- Zweck für das Publikum


Abb. 2: Oben das ausgewählte Konzept, unten verschiedene detaillierte Möglichkeiten (eigene Abbildung)

### Prozessierung Punktwolken

**Herausforderung**

Modellierung mit Punktwolken, die sich in Auflösung und Genauigkeit stark unterscheiden und die gesamte Szene nicht vollständig abdecken

- PW2005: Bildbasierte 3D Rekonstruktion mit heterogener Qualität
- PW2013: Anspruchsvolle Aufnahmebedingungen
- PW2021: Heutiger Zustand, restauriert und überdacht



eigene Abbildung, DFM Eurotopo 2018

### Diskussion

- Herausforderung bei der Arbeit mit Punktwolken, deren Auflösung und Genauigkeit sehr unterschiedlich sind und die nicht die gesamte Szene vollständig abdecken
- Durch die Verwendung unterschiedlicher Softwareprogramme und Verfahren kann bei dieser Art von Arbeit wertvolle Zeit gespart werden, aber einige Aspekte erfordern Zeitaufwand
- Das digitale Modell kann jedoch noch verbessert werden (weitere Ansätze zur bildbasierten Rekonstruktion)

Das Modell der Ausgrabungen – das Ergebnis dieser Arbeit (eigene Abbildung)

### Datenverzeichnis

**Ausgangsdaten**

Moser, Ch. 2022a. Anhang\_A\_Bereinigte\_Punktwolke\_2005. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Moser, Ch. 2022b. Anhang\_B\_Bereinigte\_Punktwolke\_2013. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Moser, Ch. 2022c. Anhang\_C\_Bereinigte\_Punktwolke\_2021. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Familienstiftung Hohen Rätien. (o. J.). HOHEN RÄTIEN, historische Anlage. Abgerufen Juni 12, 2023, von <https://www.hohenraetien.ch/>

Bundesamt für Landesopografie swisstopo. (o. J.). SwissALTD. Bundesamt für Landesopografie swisstopo. Abgerufen Juni 12, 2023, von <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geod/inf/inf3d.html>

# Ausgangslage

- Archäologische Stätte oberhalb von Thusis (GR)
- Interesse an einem physischen 3D-Modell von archäologischen Ausgrabungen
- Punktwolken und Bilder als Ausgangsdaten
- Aufgabe:
  - Konzeption und Entwurf des Exponats
  - 3D-Modellierung der Modellkomponenten
- Ziel der Arbeit: möglichst vollständiges, geometrisch detailgetreues und präzises Model



Abb. 1: Übersichtskarte der Burganlage [Hohen Rätien](#) (eigene Abbildung)



# Ausgangsdaten

## 2005 – Ausgrabung

- Aufnahme mit Laser Scanner 2013 (IGEO), keine vollständige Abdeckung möglich
- Dokumentarische Bildaufnahmen (Familienstiftung Hohen Rätien)
- 3D Rekonstruktion (Moser 2022), welche auf diesen Bildern basiert

## Heutiger Zustand – Kirche

- Laser Scanning Aufnahme Blockprojekt in 2021 (IGEO), heutiger Zustand

Abb. 2: Bildaufnahme der archäologischen Ausgrabungen aus dem Jahr 2005. Im Vordergrund sind die Ausgrabungen ersichtlich, im Hintergrund die Kirche. ([Familienstiftung Hohen Rätien](#) 2005).



# Konzept

Festlegung der gewünschten Kriterien für die Realisierung eines physischen 3D-Modells

- Modellgrösse
- Auswahl der Elemente, die dargestellt werden
- Grad der Detailliertheit
- Farbe
- Material
- Zweck für das Publikum

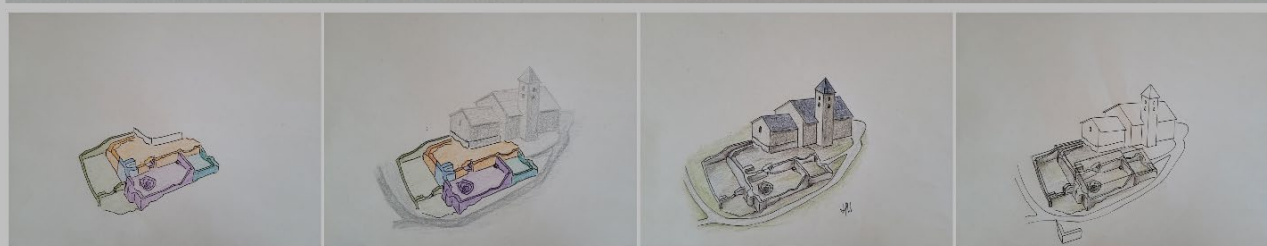
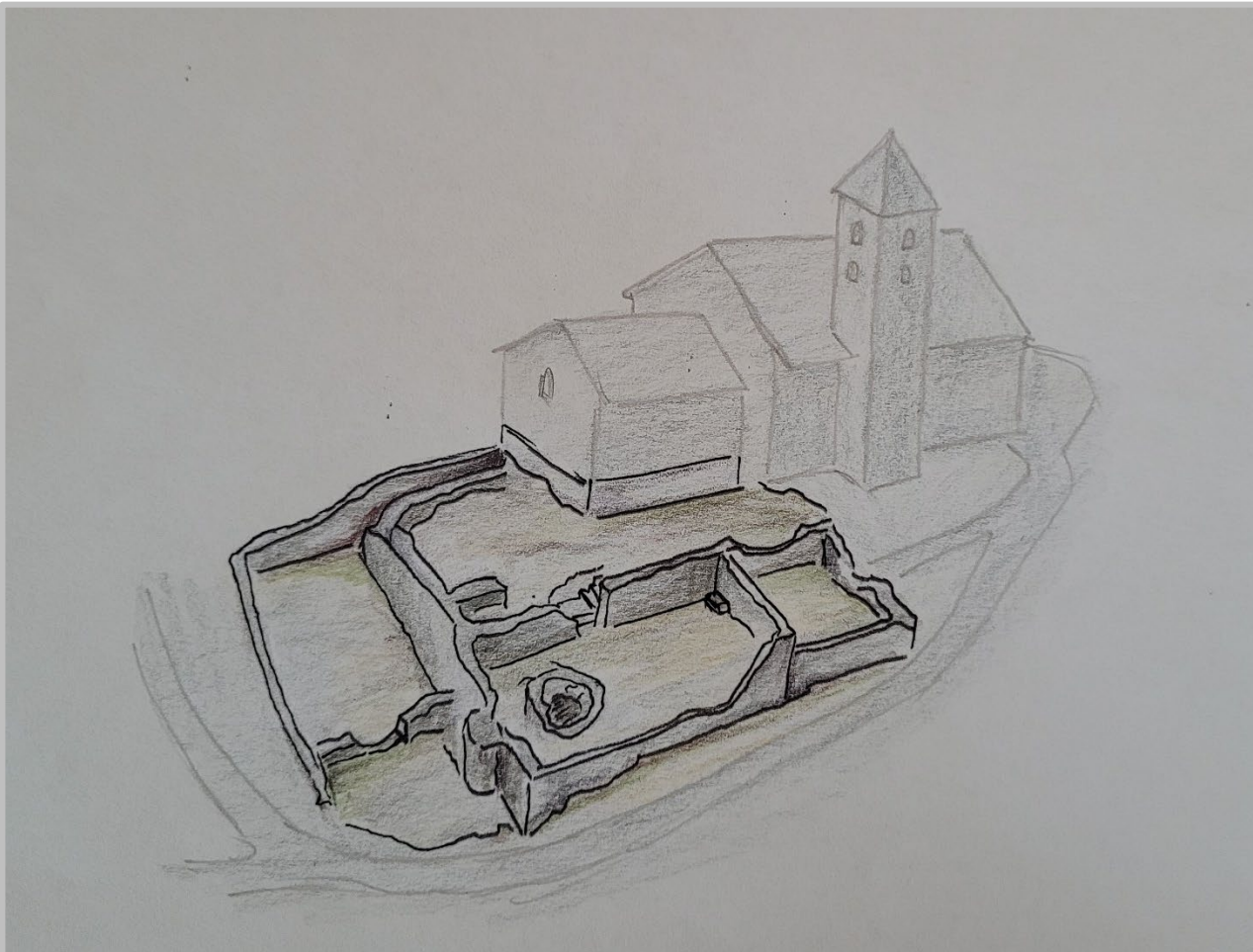


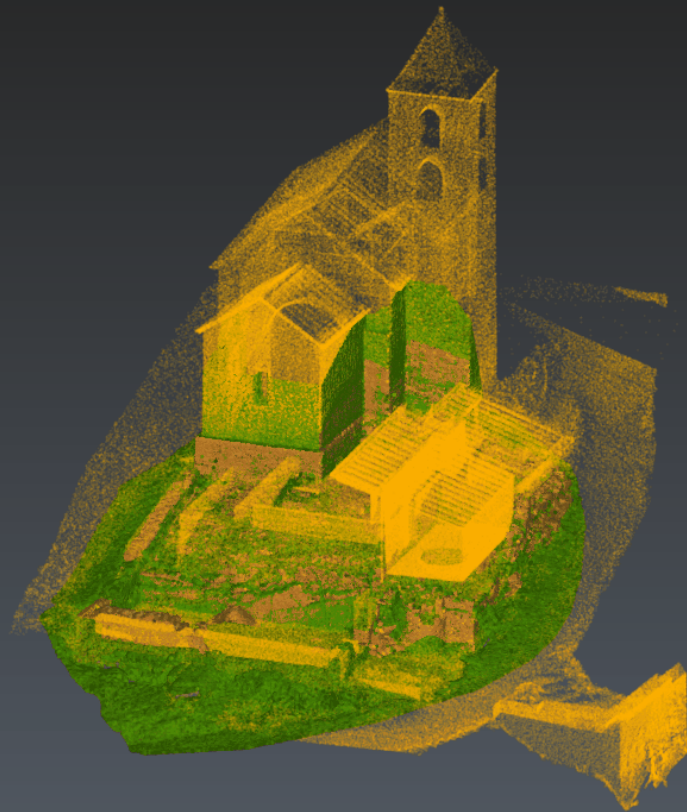
Abb. 3: Oben das ausgewählte Konzept, unten verschiedene diskutierte Möglichkeiten (eigene Abbildung)

# Prozessierung Punktwolken

## Herausforderung

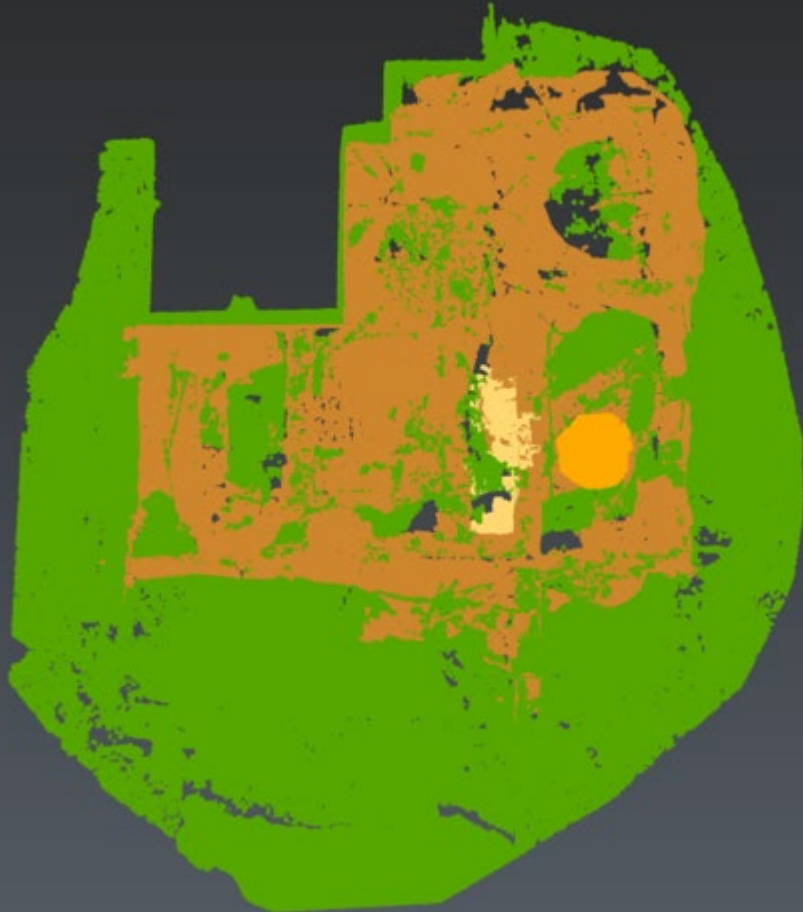
Modellierung mit Punktwolken, die sich in Auflösung und Genauigkeit stark unterscheiden und die gesamte Szene nicht vollständig abdecken

- PW2005: Bildbasierte 3D Rekonstruktion mit heterogener Qualität
- PW2013: Anspruchsvolle Aufnahmebedingungen
- PW2021: Heutiger Zustand, restauriert und überdacht



eigene Abbildung

eigene Abbildung

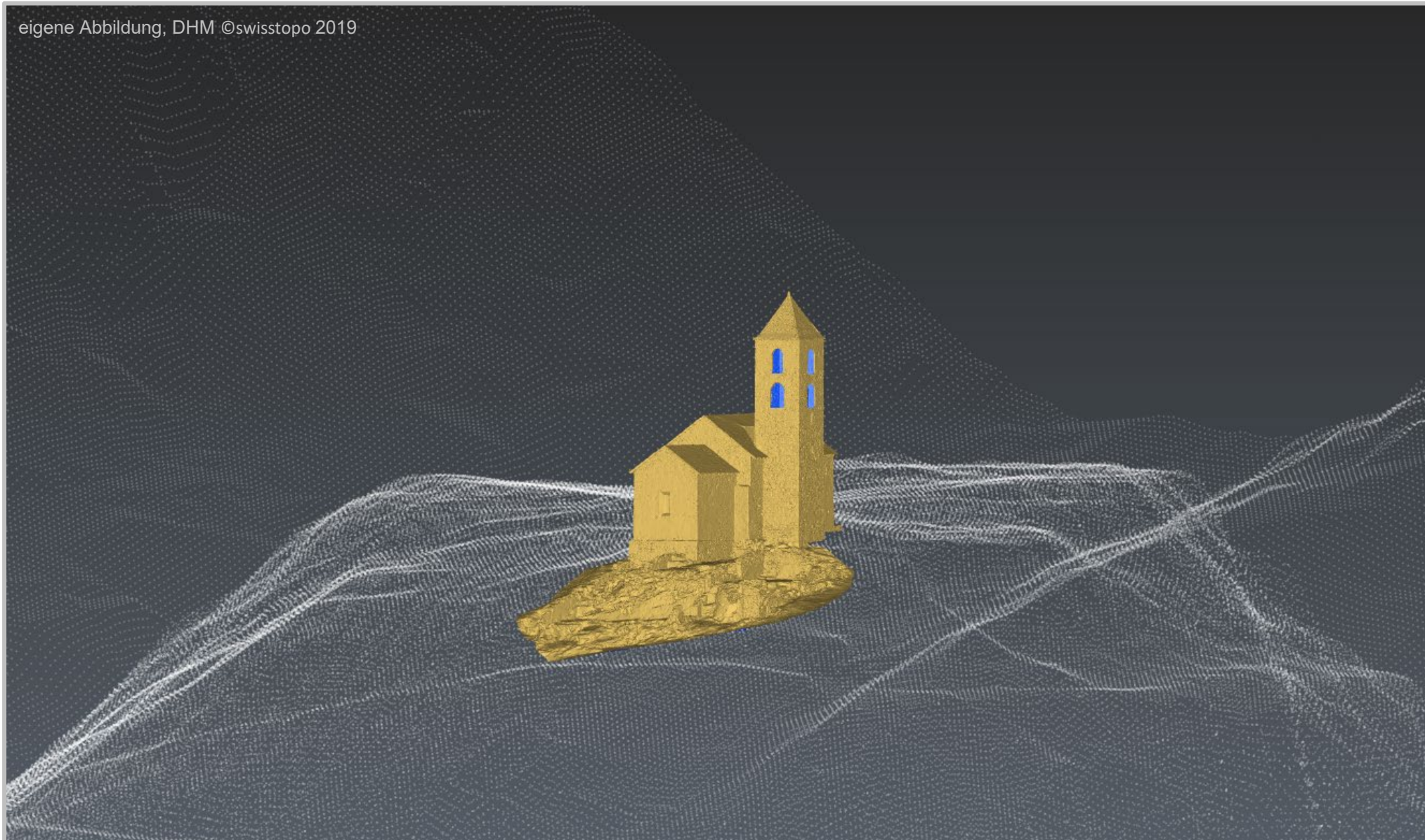


# Prozessierung Punktwolken

- PW2013: unvollständig, aber saubere Geometrie  
Dient als Basis der Vermaschung
- PW2005: Hohe Abdeckung bei heterogener Qualität  
Dient als Ergänzung zu PW2013  
Gründliche Bereinigung  
Aufgrund der variablen geometrischen Genauigkeit,  
Unterteilung und partweise Registrierung zur PW2013
- PW2021: Aus dem heutigen Zustand kann das  
Baptisterium übernommen werden
- Zusätzliche partielle, semi-automatische  
Rekonstruktion einzelner Elemente anhand der Bilder  
aus 2005



eigene Abbildung, DHM ©swisstopo 2019



# Vermaschung

Die vorangehende Abbildung zeigt das Modell und das Gelände um die Burg

Geeignete Vermaschungsparameter wurden mittels Tests eruiert

Das Resultat der ersten Vermaschung ist ein fast vollständiges Modell

Löcher schliessen, Fehler in der Vermaschung bereinigen

Elemente, die nicht richtig berechnet wurden, rekonstruieren

Eine Mauerseite wurde von Hand nach einem Bild rekonstruiert

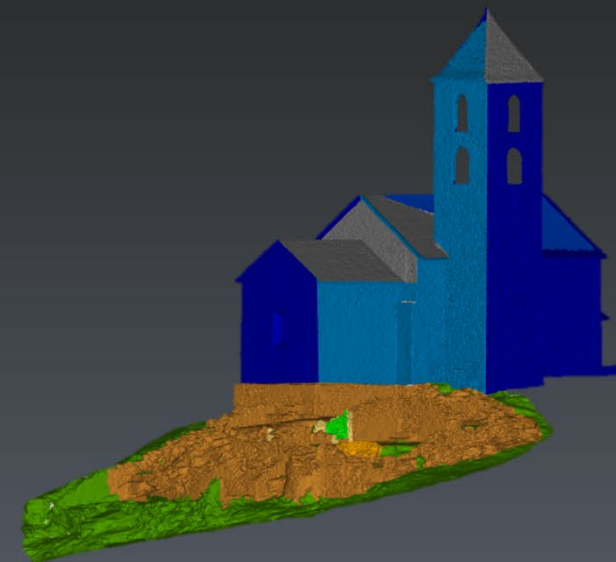
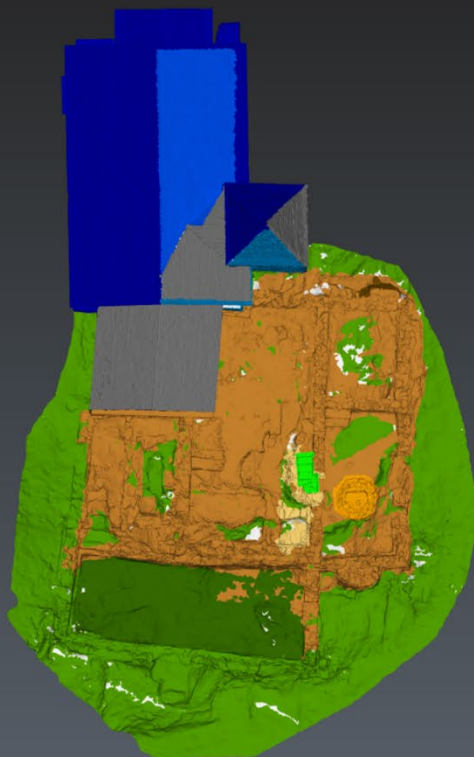
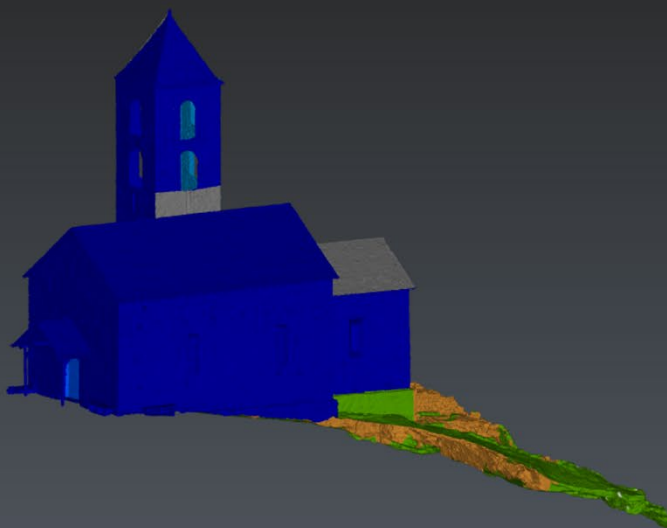
Es folgte eine Verbesserung des Meshes durch:

- Ausschneiden und ersetzen
- Refine Mesh

Wie auf der nächsten Folie zu sehen ist, wurde die Vermaschung je nach Ausgangsdaten und Vorgehensweise in ein Composite Mesh aufgeteilt



eigene Abbildung



- PW2005 - Platte Refined
- PW2005
- Eigene 3D Rekonstruktion - Refined

- Mauerseite - von Hand modelliert
- PW2013
- PW2021 - Baptisterium
- Eigene 3D Rekonstruktion

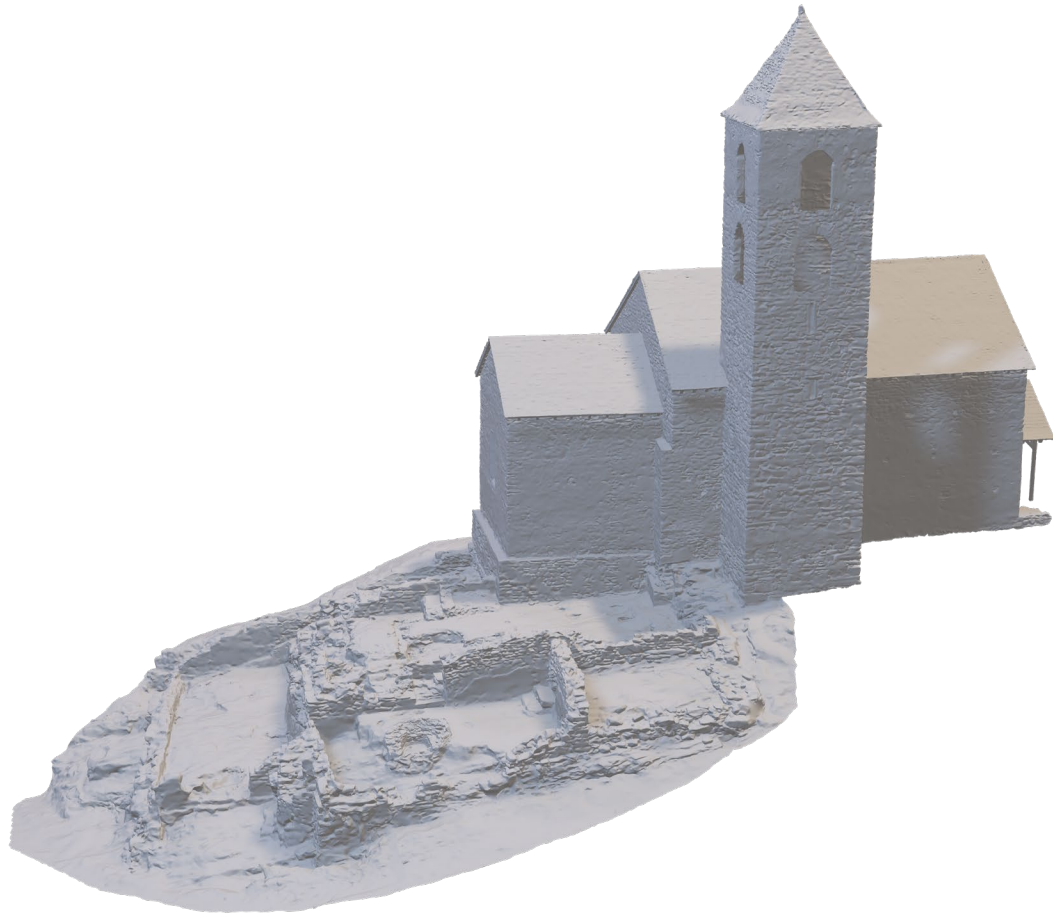
- PW2021 – P20 und RTC360
- PW2021 – P20
- PW2021 – RTC360
- PW2021 – Ergänzungen
- Keine Daten



# Diskussion

- Herausforderung bei der Arbeit mit Punktwolken, deren Auflösung und Genauigkeit sehr unterschiedlich sind und die nicht die gesamte Szene vollständig abdecken
- Durch die Verwendung unterschiedlicher Softwareprogramme und Verfahren kann bei dieser Art von Arbeit wertvolle Zeit gespart werden, aber einige Aspekte erfordern Zeitaufwand
- Das digitale Modell kann jedoch noch verbessert werden (weitere Ansätze zur bildbasierten Rekonstruktion)

Das Model der Ausgrabungen - das Ergebnis dieser Arbeit (eigene Abbildung)



# Fazit

- Interessante und erfahrungsreiche Arbeit, bei der sehr unterschiedliche Daten mithilfe zahlreicher Software und origineller Verfahren in Einklang gebracht wurden.
- Die Zeit, die für eine solche Modellierung benötigt wird, hängt stark von den Ausgangsdaten ab
- Das digitale Modell soll später als physisches Exponat vor Ort ausgestellt werden

Das Model der Ausgrabungen - das Ergebnis dieser Arbeit (eigene Abbildung)



# Datenverzeichnis

## Ausgangsdaten

Moser, Ch. 2022a. Anhang\_A\_Bereinigte\_Punktwolke\_2005. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Moser, Ch. 2022b. Anhang\_B\_Bereinigte\_Punktwolke\_2013. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Moser, Ch. 2022c. Anhang\_C\_Bereinigte\_Punktwolke\_2021. In: Modellierung von 3D-Geodaten am Projekt Hohen Rätien. (Bachelorthesis unveröffentlicht).

Familienstiftung Hohen Rätien. (o. J.). HOHEN RÄTIEN, historische Anlage. Abgerufen Juni 12, 2023, von <https://www.hohenraetien.ch/>

Bundesamt für Landestopografie swisstopo. (o. J.). SwissALTI3D. *Bundesamt für Landestopografie swisstopo*. Abgerufen Juni 12, 2023, von <https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/height/alti3d.html>