

# Vergleichende Bauerwerksaufnahme der König-Otto-Kapelle in Kiefersfelden mittels terrestrischen Laserscanning

Bachelorarbeit Kilian Lässig, BAU 2023

## Einleitung

Um Schäden an Denkmälern frühzeitig zu erkennen und fundierte Entscheidungen treffen zu können, sind regelmäßige und objektive Bestandsaufnahmen erforderlich. Das Terrestrische Laserscanning (TLS) bietet hierfür eine wirtschaftliche Methode zur flächendeckenden Dokumentation und Analyse von Bauwerksverformungen.

Die König-Otto-Kapelle in Kiefersfelden stellt ein Denkmal dar, das durch seine Hanglage und Witterungseinflüsse geschädigt wurde. Ziel dieser Arbeit ist es, mittels TLS aktuelle Geometrien zu erfassen und mit einer Punktwolke aus dem Jahr 2016 zu vergleichen, um mögliche Deformationen des Bauwerks erkennen zu können.

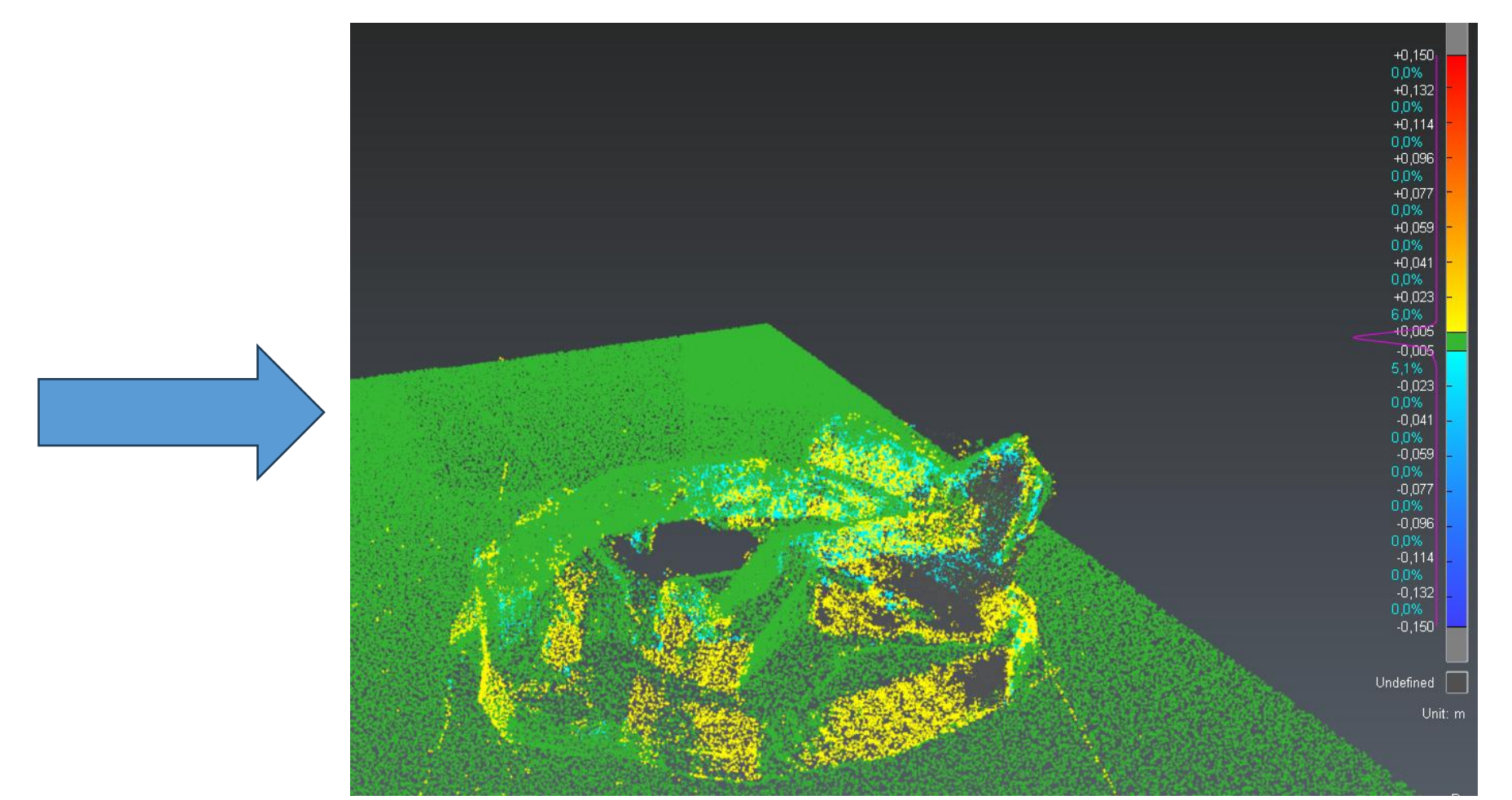


## Voruntersuchungen Labor

Zur Vorbereitung der Aufnahme wurde das Mess- und Auswerteverfahren im Labor erprobt. Ziel war es, mögliche Fehlerquellen bei der Scannerbedienung, der Registrierung und dem Punktwolkenvergleich zu identifizieren und das Verhalten typischer Bewegungen im Cloud-to-Cloud-Vergleich zu analysieren. Hierzu wurden kontrollierte Veränderungen an Testobjekten durchgeführt, um deren Auswirkungen nachvollziehen zu können. Diese Erkenntnisse dienen als Grundlage für die spätere Anwendung an der König-Otto-Kapelle.



Papiermodell



Cloud-to-Cloud Vergleich des Papiermodells

## Daten 2016

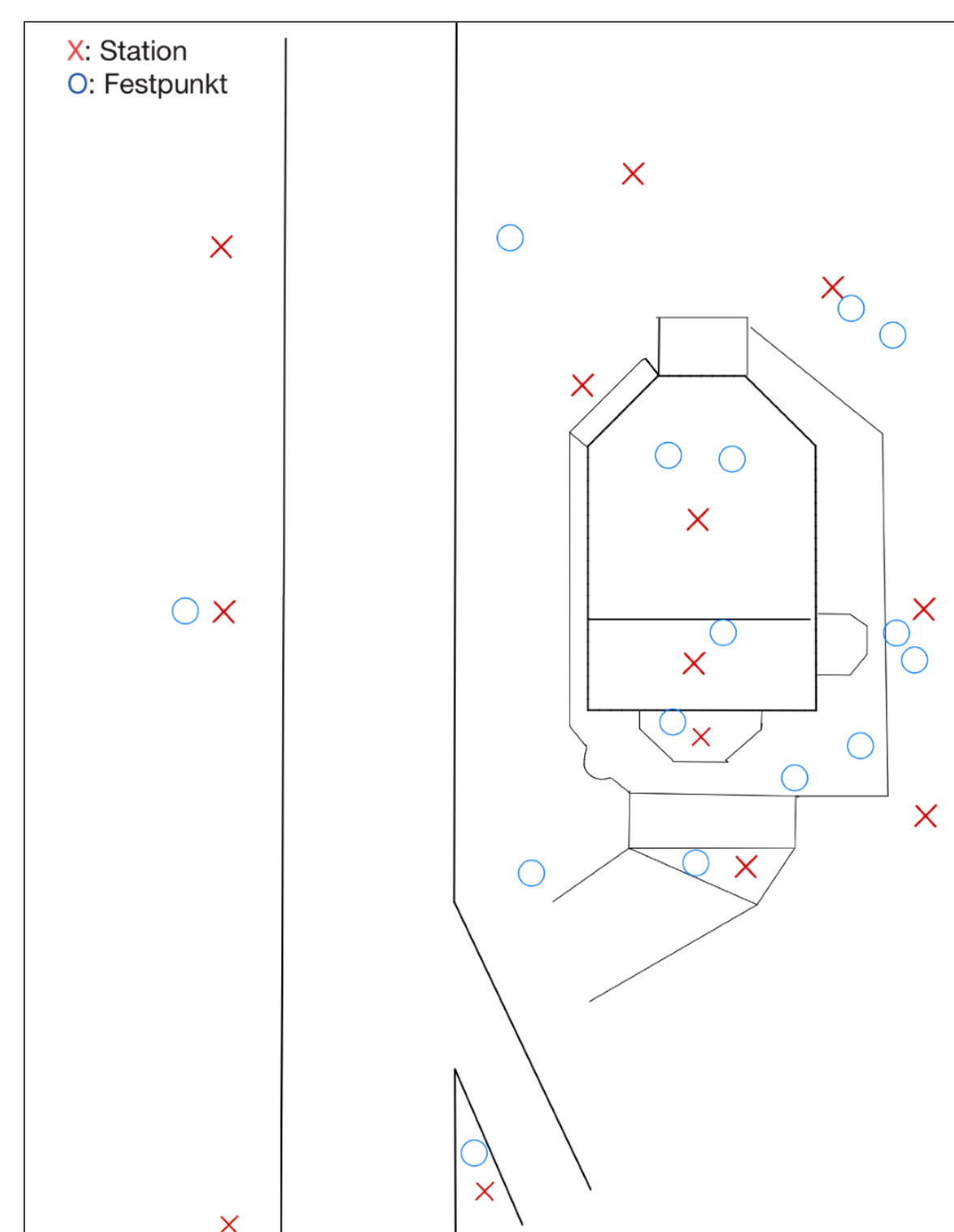
Grundlage für den Vergleich sind die Daten aus einer Bachelorarbeit aus dem Jahr 2016. Damals wurde die Kapelle mittels TLS erfasst, mit dem Ziel einen Flythrough durch die Punktwolke der Kapelle zu erstellen. Außerdem wurde ein 3D Modell der Kapelle angefertigt. Problematisch für den Vergleich ist, dass 2016 keine Festpunkte eingemessen wurde.



Punktwolke der Kapelle aus 2016

## Aufnahme der Kapelle

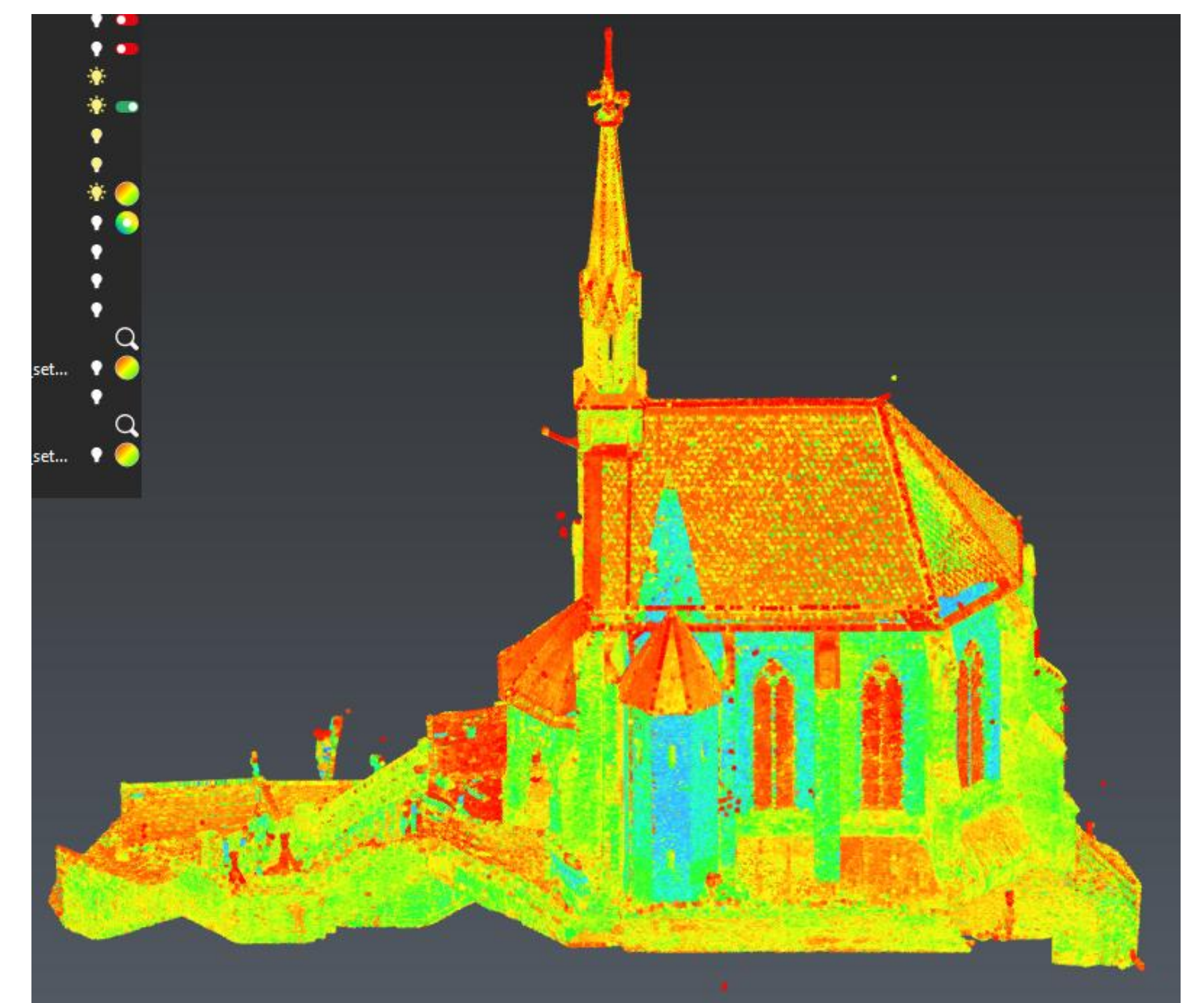
Durch den Hangdruck wird die größte Bewegung an der Wand unterhalb vermutet. Entsprechend lag bei der Vermessung der Fokus auf diesem Bereich. Die Aufnahme der Kapelle erfolgte mit insgesamt 16 Stationen. Bedingt durch den installierten Bauzaun konnten nicht alle Bereiche vollständig erfasst werden. So konnten im Gegensatz zu 2016 keine detaillierten Aufnahmen der Balustrade oberhalb der Stützmauer gemacht werden.



Feldbuch der Vermessung

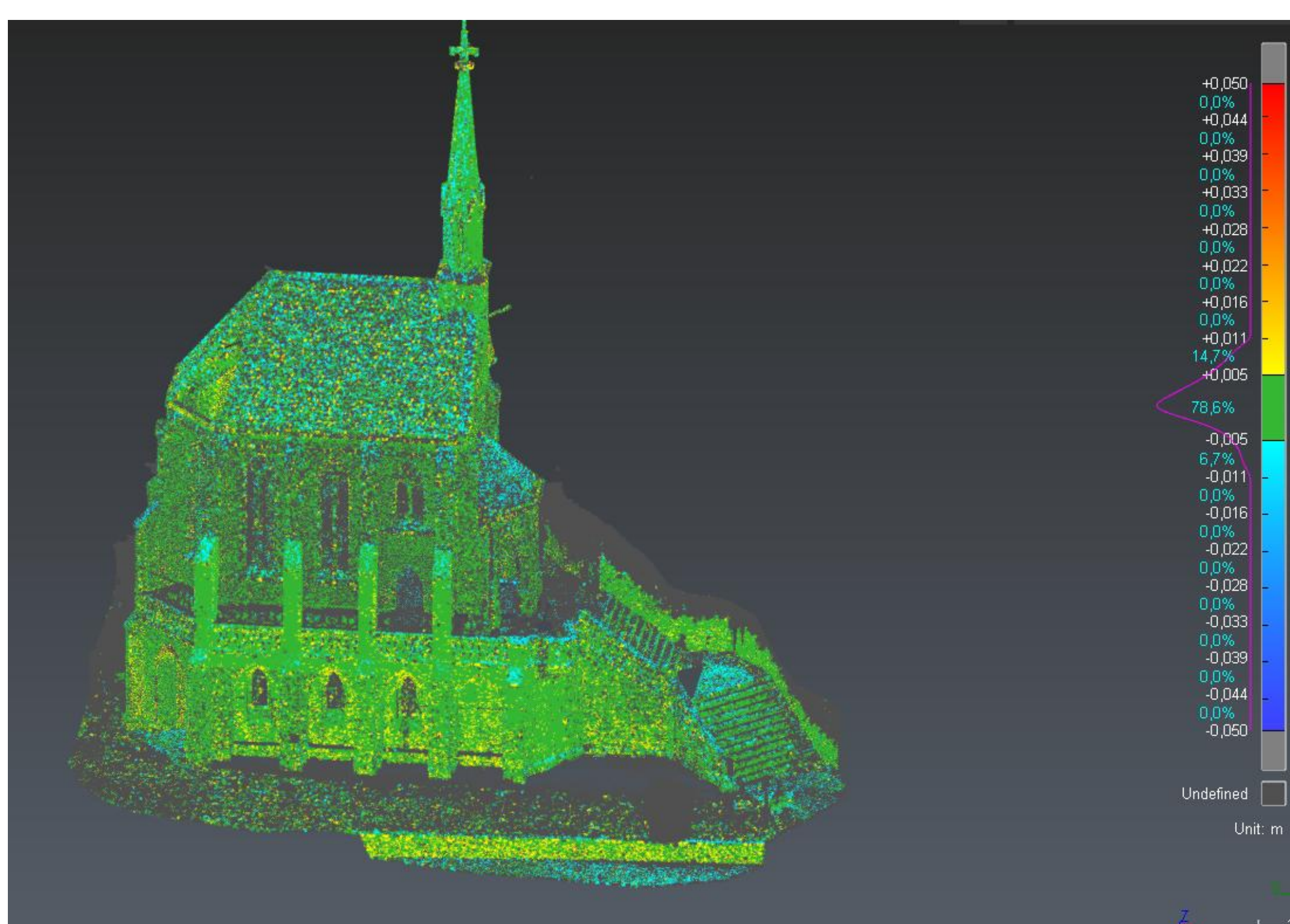
## Registrierung

Ziel der Registrierung ist es die Koordinatensysteme der einzelnen Standpunkte in ein gemeinsames Koordinatensystem zu überführen. Sie erfolgt über eine Kombination aus Passmarken und dem ICP-Algorithmus. Die Genauigkeit der Registrierung betrug im Mittel 2 mm. Im Gegensatz zu der Punktwolke in 2016 wurde nur die Geometrie ohne zusätzliche Bilder aufgenommen. Entsprechend ist nur die Darstellung mit Falschfarben möglich.



Registrierte Punktwolke der König-Otto-Kapelle

## Cloud-to-Cloud Vergleich



Resultierende Punktwolke des Cloud-to-Cloud Vergleichs

Für den Vergleich der beiden Punktwolken wird ein Cloud-to-Cloud Verfahren genutzt. Dafür mussten die Punktwolken zueinander ausgerichtet werden. Die Genauigkeit dieser Ausrichtung wird mit ca. 5 mm abgeschätzt.

Der Vergleich der Punktwolken aus den Jahren 2016 und 2025 zeigt in allen bauwerksrelevanten Bereichen der König-Otto-Kapelle keine signifikanten Verschiebungen. Überschritten wurde der Toleranzbereich lediglich an den Dachflächen, Geländern und stark strukturierten Oberflächen. Die größeren Abweichungen lassen sich auf unterschiedliche Einfallswinkel, größere Scanentfernungen, Material-eigenschaften sowie Veränderungen von Bewuchs oder temporären Abdeckungen zurückführen.

Diese Ergebnisse werden durch eine ergänzende Sichtprüfung des Innenraums bestätigt. An dem Gewölbe, Fensterrahmen und tragenden Bauteilen konnten keine Rissbildungen festgestellt werden, die auf Bauwerksbewegungen hindeuten. Insgesamt ist daher von einem aktuell stabilen Zustand der Kapelle auszugehen.

## Ausblick

Bei dieser Aufnahme der König-Otto-Kapelle wurden Targets bewusst auf Festpunkten platziert, so dass bei weiteren Messungen auf dieses Festpunktfeld zurückgegriffen werden kann.

Eine erneute Aufnahme in den nächsten Jahren scheint trotz der Ergebnisse des Cloud-to-Cloud Vergleichs sinnvoll, um eventuell auftretende Deformationen frühzeitig zu erkennen. Auch im Hinblick auf anstehende Sanierungsmaßnahmen macht es Sinn, das Bauwerk vorab exakt zu dokumentieren.