

# Vergleich flächenhafter Messverfahren zur Bestandsdokumentation am Beispiel einer Brücke

Masterarbeit Florian Stahl, BAU 2014

## Aufgabenstellung

Eine regelmäßige Dokumentation und Bewertung des Zustands von Brücken ist nicht nur in Deutschland für deren sichere Nutzung unerlässlich. Die Aufgabenstellung, welche im Rahmen dieser Masterarbeit zu bearbeiten war, beinhaltet die Aufnahme einer Brücke mittels terrestrischem Laserscanning (TLS) und mittels Photogrammetrie durch eine Drohnenbefliegung (UAV). Die gewonnenen Rohdaten wurden im Anschluss softwaregestützt aufbereitet. Anschließend wurden die Ergebnisse verglichen, um darauf aufbauend eine Bewertung der Messverfahren im Hinblick auf die Brückenvermessung treffen zu können.

## Messobjekt

Bei dem Messobjekt handelt es sich um einen ca. 50 m langen und 3,50 m breiten Fußgängersteg in der südbayerischen Stadt Kolbermoor. Das Brückenbauwerk ist in Fertigteilbauweise errichtet worden und besteht aus zwei Brückenplatten, zwei Widerlagern und einem Pylon. Als Material wurde für die konstruktiven Bauteile Stahl verwendet. Die Fahrbahn und die umgebende Infrastruktur bestehen aus Sichtbeton.



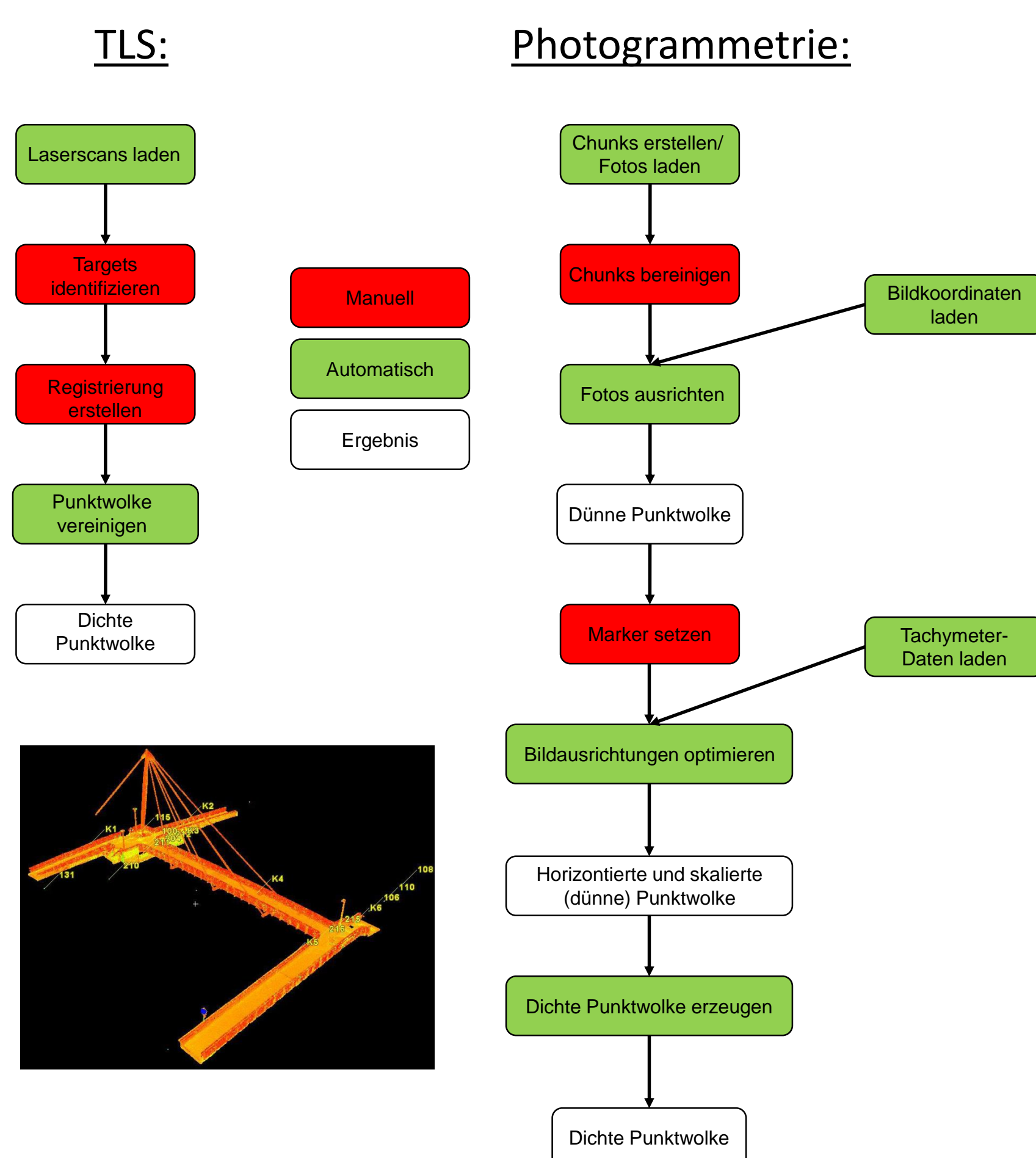
## Messkampagne

Die Vermessung wurde am 03.05.2018 durchgeführt:

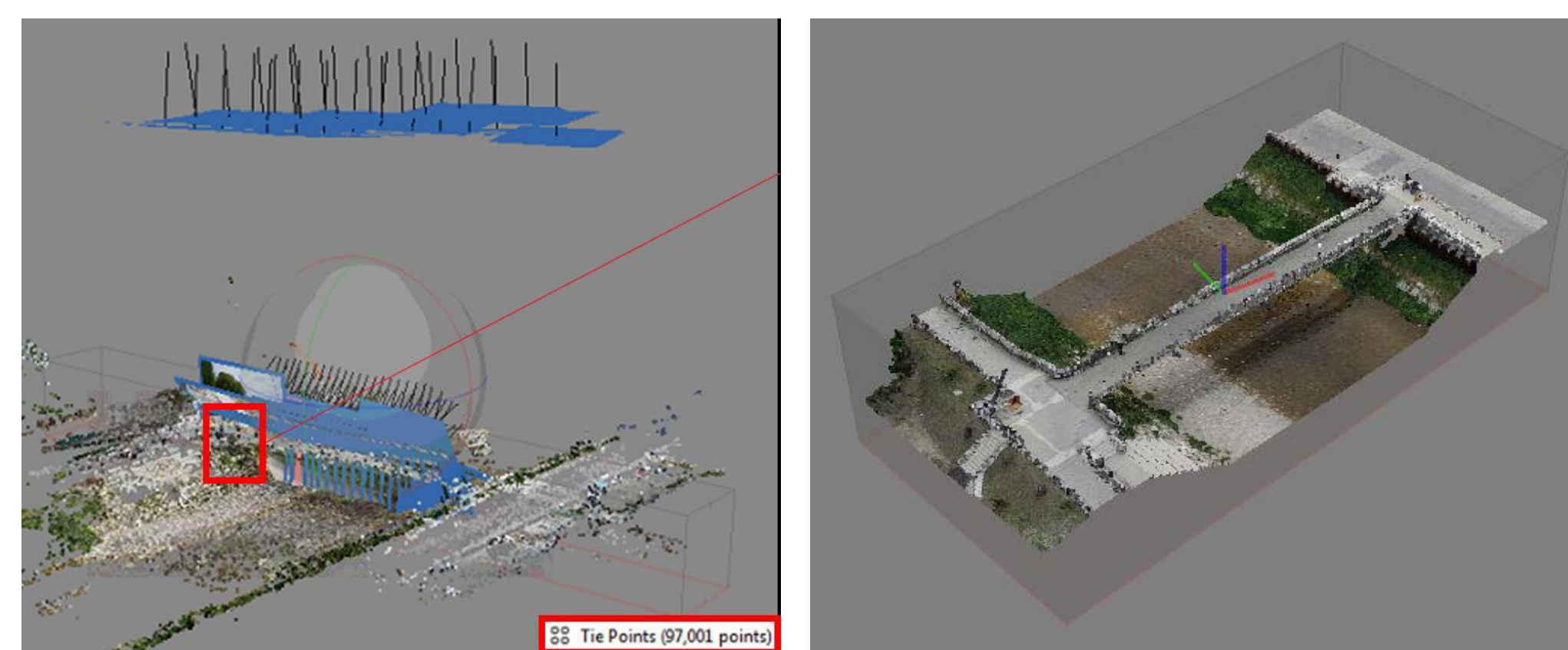
- Aufnahme des Brückenbauwerks mit der Leica ScanStation C10 auf insgesamt 8 Standpunkten
- Verwendung von 26 Passmarken und 6 Sphere Targets
- Photogrammetrische Aufnahme mit dem UAV Asctec Falcon 8 durch insgesamt 7 Einzelbefliegungen
- Einmessen der Passmarken mittels Tachymetrie

## Auswertung der Messdaten

Die Auswertungen der Rohdaten wurden mit der Software *Leica Cyclone* (TLS) und *AgiSoft Photoscan* (Photogrammetrie) durchgeführt. Die Diagramme zeigen die chronologische Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte sowie deren Automatisierungsgrad.



Während die Auswertung der TLS-Daten nach einem stringenten und bewährtem Schema durchgeführt werden konnte, gestaltete sich die photogrammetrische Auswertung als deutlich umfangreicher. Entscheidend für die spätere Punktwolke sind eine dichte Abfolge sich überlappender Bilder (unten links). Betrachtet man die fertige Punktwolke (rechte Abbildung), so zeigt sich, dass die Bildüberlappung korrekt gewählt wurde. Das Endergebnis ist eine fast lückenlose und zusammenhängende Punktwolke, welche das Messobjekt ausreichend genau darstellt. Die Vollständigkeit der Punktwolken ist bis auf einige Ausnahmen auf dem Niveau der TLS-Punktwolke.

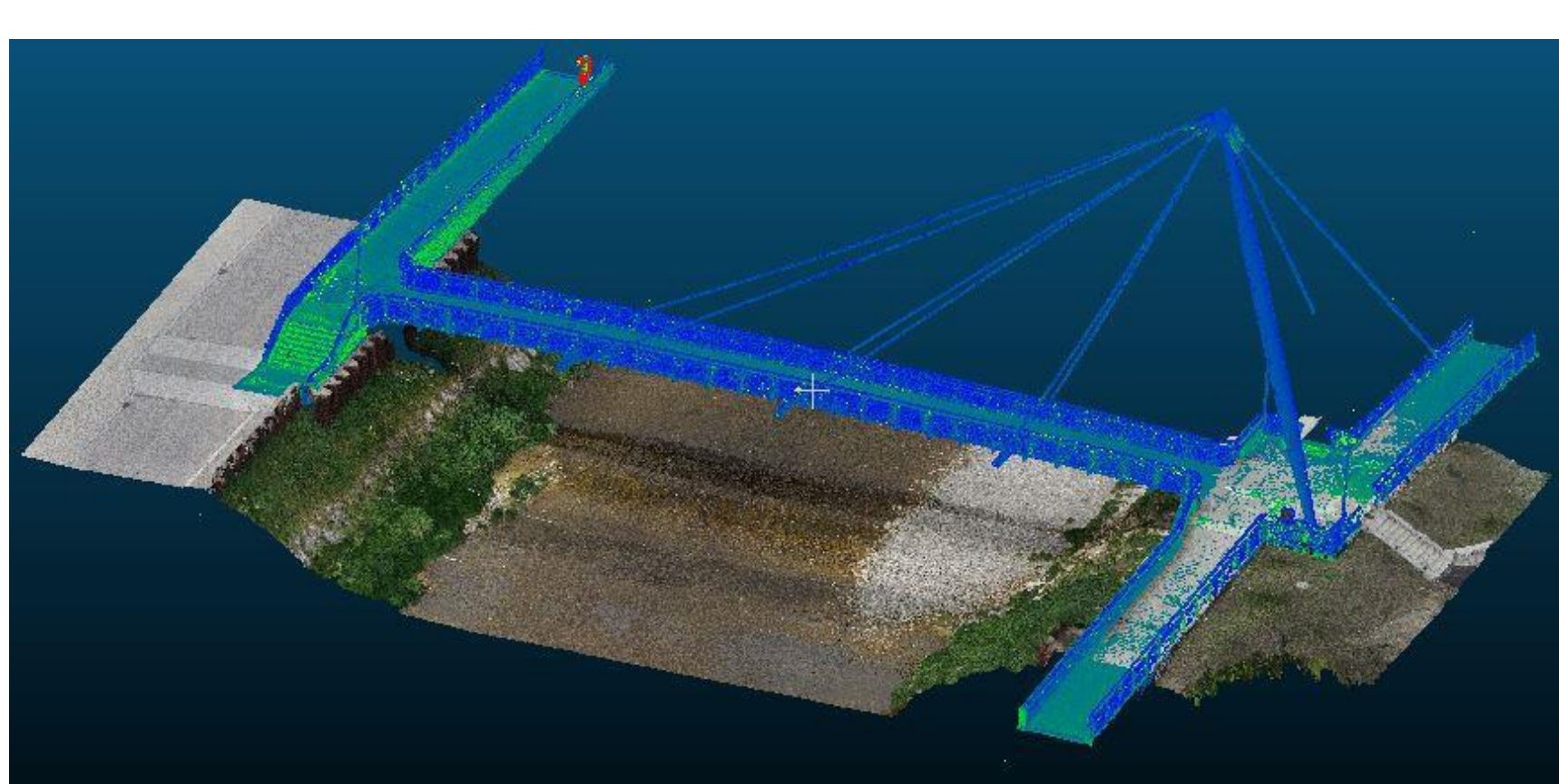


## Vergleich der Verfahren

Die Ergebnisse und der Workflow der Messverfahren wurden anschließend verglichen. Die Punktwolken wurde dabei sowohl optisch als auch mit Hilfe der Software *CloudCompare* auf Abweichungen untersucht. Anhand des Vergleichs konnten die nachfolgenden Vor- und Nachteile der zwei Messverfahren festgestellt werden:

	TLS	UAV
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Messgenauigkeit</li> <li>• Unabhängig von Material und Oberflächenbeschaffenheit</li> <li>• Hoher Detaillierungsgrad</li> <li>• Zeitsparende und einfache Datenaufbereitung</li> <li>• Überprüfbarkeit der Aufnahmequalität vor Ort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung schwer zugänglicher Bauteile</li> <li>• Flexibilität</li> <li>• Hoher Detaillierungsgrad bei stark texturierten Objekten</li> <li>• Großflächige Aufnahmen</li> <li>• Zeitsparende Messung</li> <li>• Kostengünstigere Hardware</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standortabhängige Aufnahmequalität (Strahlendivergenz)</li> <li>• Bodengebundenheit</li> <li>• Zeitintensive Messung</li> <li>• Kostenintensive Hardware</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichende Aufnahme schwach texturierte Bauteile</li> <li>• teilweise Starkes Messrauschen</li> <li>• Zeitintensive und komplexe Datenaufbereitung</li> <li>• Ergebnisse abhängig von Parametereinstellungen</li> </ul>

## Kombination der Verfahren



Die Kombination der Punktwolken wurde mittels der Software *Cyclone* durchgeführt. Die Koordinaten der Passmarken dienen als Verknüpfungspunkte für die Grobregistrierung. Die abschließende Feinregistrierung wurde mit Hilfe des ICP-Algorithmus realisiert. Durch die Kombination der Punktwolken werden die Lücken der Punktwolke geschlossen.

## Fazit

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden zwei flächenhafte Messverfahren verglichen sowie die Stärken und Schwächen beider Messverfahren gezeigt. Dabei überzeugte das terrestrische Laserscanning als fest etabliertes Verfahren zur Bestandsdokumentation durch eine präzise und weitestgehend vollständige Aufnahme des Brückenbauwerks. Die eher heterogene UAV-Punktwolke zeigt trotz ihrer Unvollständigkeit ein gewisses Potential für die Brückenvermessung. Vor allem die Aufnahme stark texturierter und ebener Bauteile gelingt mit Hilfe der UAV zufriedenstellend und zeitsparend. Das beste Ergebnis wird jedoch durch die Kombination beider Punktwolken erzielt, da hierdurch die Vorteile beider Verfahren ausgeschöpft werden.

## Ausblick

Die Messkampagne und der anschließende Vergleich der Messverfahren lieferten wertvolle Erkenntnisse. Dennoch sollten in Zukunft weitere Untersuchungen der Thematik folgen. Beispielsweise sollten weitere Brücken aufgenommen werden, um die gewonnenen Erkenntnisse zu präzisieren. Der durchgeführte Vergleich ermöglichte lediglich die Aussage über die Messverfahren bei hellen Beton- und dunklen Stahlbauteilen. Bei zukünftigen Arbeiten sollten weitere Materialien untersucht werden. Auch eine von Anfang an geplante kombinierte Verwendung der Messverfahren bedarf einer Optimierung, um bei zukünftigen Vermessungen zeitsparend zu arbeiten.