

Untersuchungen zur Signifikanz von Deformationen von mit Kameras oder Laserscannern auf UAVs aufgenommenen Oberflächenmodellen

Johanna Kranz

Aktuelle Forschungen im Bereich der Erdbeobachtung beschäftigen sich mit der Untersuchung von Deformationen an Gletschern. In der Photogrammetrie können Kameras und Laserscanner auf unbemannten Luftfahrzeugen (UAVs) genutzt werden, um aus den aufgenommenen Daten Punktwolken und Oberflächenmodelle abzuleiten. Durch den Vergleich der Oberflächenmodelle zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten lassen sich die Deformationen quantifizieren. Eine wesentliche Aufgabe bestand darin, eine Methode zu finden, die die kleinsten signifikant bestimmbar Veränderungen identifiziert.

Um diesen Sachverhalt experimentell untersuchen zu können, wurden eine repräsentative Testumgebung in Form eines Sandkastens eingerichtet und daran definierte Veränderungen vorgenommen. Durch die Verlagerung von Sand und die Veränderung der Oberflächentextur im Sandkasten wurden Deformationen an Gletschern simuliert. Die Modifizierung der Oberfläche konnte durch das Auftragen eines Laserscanning-Entspiegelungssprays realisiert werden, das zwei unterschiedlich dicke Schichten auf der Sandoberfläche hinterließ. Jeweils vor und nach einer vorgenommenen Veränderung wurden mit einer Kamera mehrere überlappende Bilder aufgenommen und in Agisoft Metashape durch Anwendung von *Structure-from-Motion* und *Dense Matching* zu dichten Punktwolken verarbeitet. Aus 25-30 aufgenommenen Bildern pro Situation entstanden vier verschiedene Punktwolken, jeweils zwei vor und zwei nach Eintritt der Veränderung, die in einem nächsten Schritt weiterverarbeitet wurden.



Abbildung 1: Punktwolke der rekonstruierten Testumgebung vor den Veränderungen (a) und nach den Veränderungen (b)

In der Software CloudCompare erfolgte durch den Vergleich und die Analyse der erzeugten Punktwolken die Bestimmung der Signifikanz der ermittelten Deformationen. Dazu wurde die Eignung von drei verschiedenen Methoden untersucht, die alle auf Berechnung der Punkt-zu-Punkt-Distanz zweier Punktwolken basieren. Die besten Ergebnisse lieferte dabei die Methode, die den Konfidenzbereich mit den absoluten Distanzen für ein Signifikanzniveau von 95% berechnet. Diese Methode konnte neben der Bestimmung der Grenzwerte für die kleinsten signifikanten Veränderungen auch eine ausreichende Punktdichte für die Volumenberechnung gewährleisten. Die Genauigkeit und damit die Signifikanz der bestimmten Deformationen hängen vom Registrierfehler der beiden Punktwolken und deren Standardabweichung ab.

Aus den Ergebnissen der Grenzwertberechnung und der anschließenden Filterung der ersten beiden Punktwolken entsprechend dieser Grenzwerte konnten zwei signifikante Deformationsbereiche für den Auftrag und den Abtrag des Sandes abgeleitet werden. Beim Vergleich der dritten und vierten Punktwolke ließen sich keine signifikanten Veränderungen für den Bereich der modifizierten Oberfläche feststellen.

Im Anschluss dienten Volumenberechnungen zur Überprüfung der berechneten Grenzwerte für die kleinste signifikante Veränderung. Für die Volumenberechnung wurden zwei unterschiedliche Methoden eingesetzt. Dabei erzielte nur die zweite Methode, die Volumenberechnung an Meshs, gute Ergebnisse in Bezug auf die Übereinstimmung von Auftrags- und Abtragsvolumen. Dennoch existierte eine Differenz zum real gemessenen Referenzwert. Diese Differenz ließ durch die Annahme erklären, dass das Volumen in der Realität und im berechneten Modell der Testumgebung mit unterschiedlichen Dichten bestimmt wurde.

Das beschriebene Verfahren für die Deformationserkennung und die Untersuchung der Signifikanz einer Deformation kann in der Erforschung von Gletschern und anderen Bereichen der Umweltbeobachtung genutzt werden. Jedoch variieren die Grenzwerte dann in Abhängigkeit von Aufnahmequalität oder -dichte und Georeferenzierung. Letztere wirkt sich bei ungenauer Einmessung von Passpunkten negativ auf den Registrierfehler der beiden Punktwolken aus.

Somit wurde eine allgemeine Methode entwickelt, mit deren Hilfe signifikante Veränderungen beispielsweise an Gletschern bestimmbar sind.

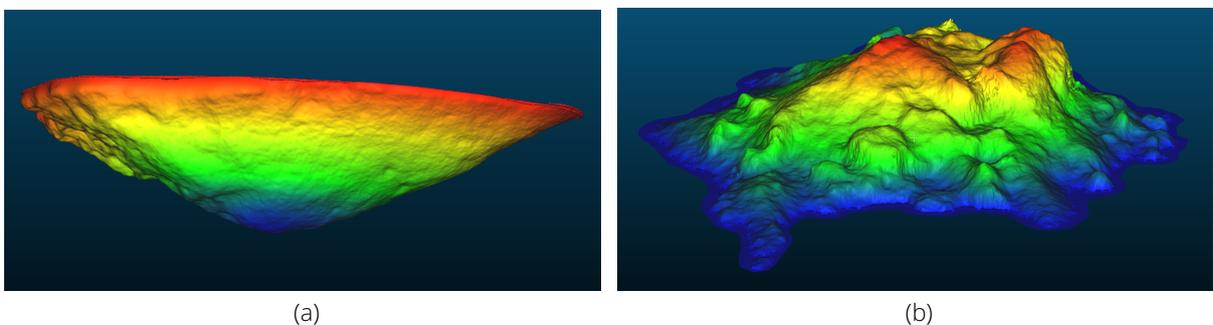


Abbildung 2: Geschlossene Meshs für den Abtrag (a) und den Auftrag (b) für die Berechnung des Volumens