

## Untersuchungen zur Auswirkung verschiedener UAV-Bildaufnahmekonfigurationen auf die Qualität photogrammetrisch erstellter 3D-Punktwolken

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) werden in den letzten Jahren besonders in den Bereichen Monitoring, Militär und Logistik immer stärker genutzt. Auch bei der Erfassung photogrammetrischer Bilddaten für die Erstellung von Orthophotos, digitalen Geländemodellen der Landschaft oder 3D-Modellen verschiedener Objekte kommen UAV immer öfter zum Einsatz. Besonders durch Structure from Motion können bereits mit preiswerten, ‚low-cost‘ UAV-Modellen für eine Vielzahl von Anwendungen geeignete und qualitativ hochwertige Punktwolken, sowie entsprechende Folgeprodukte erstellt werden. Die Qualität der Punktwolkenberechnung ist allerdings an die Wahl der Aufnahmekonfiguration geknüpft. Aus diesem Grund ist es für den Nutzer notwendig die Auswirkungen der gewählten Aufnahmekonfiguration zu kennen und die Parameter bei Bedarf an den Untersuchungsgegenstand anzupassen.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, anhand eines geeigneten Untersuchungsgebietes zu untersuchen, wie sich unterschiedliche Aufnahmekonfigurationen bei UAV-Bildflügen auf die aus den Bilddaten erstellten 3D-Punktwolken auswirken. Insbesondere sollen Parameter wie Flugmuster, Flughöhe, Bildüberlappung und Aufnahmewinkel untersucht werden. Dabei sollen verschiedene Qualitätskriterien wie die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit, sowie die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden.

Die Oberfläche der Untersuchungsgebietes wird mit einem terrestrischen Laserscanner erfasst, um eine geeignete Referenz für die Qualitätsbeurteilung der bildbasierten UAV-Punktwolken zu erhalten. Für die Befliegungen werden folgende Aufnahmeparameter zu verschiedenen Aufnahmekonfigurationen kombiniert:

Bildüberlappung	Aufnahmewinkel	Flughöhe	Flugrichtung
Längs: 80 % Quer: 60 %, 40 %, 20 %	90°, 70°	20 m, 30 m	Längs, Quer, entgegengesetzt

Bei der Auswahl der Flugkonfigurationen werden sowohl klassische Top-Down Flugmuster (Regular-Flüge), aber auch kombinierte Flugdesigns untersucht. Unter den kombinierten Flugdesigns werden wiederum ausgewählte Regularflüge miteinander kombiniert. Neben der Kombination unterschiedlicher Überlappungen, Aufnahmewinkel, Flughöhe oder einzelner zusätzlicher Flugstreifen, werden ebenfalls unterschiedlicher Flugrichtungen getestet.

Die Ergebnisse zeigen, dass unter den Regular-Flügen, Schrägaufnahmen verschiedene Objekte weniger verrauscht und mit höherer Punktdichte abbilden als Senkrechtaufnahmen. Im direkten Vergleich zu den Regular-Flügen können die kombinierten Flugdesigns die Objekte insgesamt umfänglicher abbilden. Dies wird insbesondere bei entgegengesetzten und Kreuzmustern bemerkbar. Die wenigsten Löcher liefern Kombinationen mit Schrägaufnahmen in geringer Flughöhe. Durch Vegetation bewachsenen Hügel liegen unvollständig und mit starkem Punktrauschen vor. Die Abweichungen sind bei allen Konfigurationen sichtbar. Allerdings zeigen die Punktwolken mit hoher Überlappung kombiniert mit Schrägaufnahmen, die Hügel mit weniger Löchern, und mit einer höheren Punktdichte an.

Nach der Berechnung der Punktwolkenabstände fallen bei allen photogrammetrischen Punktwolken kuppelförmige Verkrümmungen (Dome-Effekt) auf (siehe Abb. 1). Dieser Effekt impliziert, dass die intrinsischen Kameraparameter im Rahmen der Punktwolkenberechnung und der simultanen Kamerakalibrierung nicht korrekt geschätzt wurden.

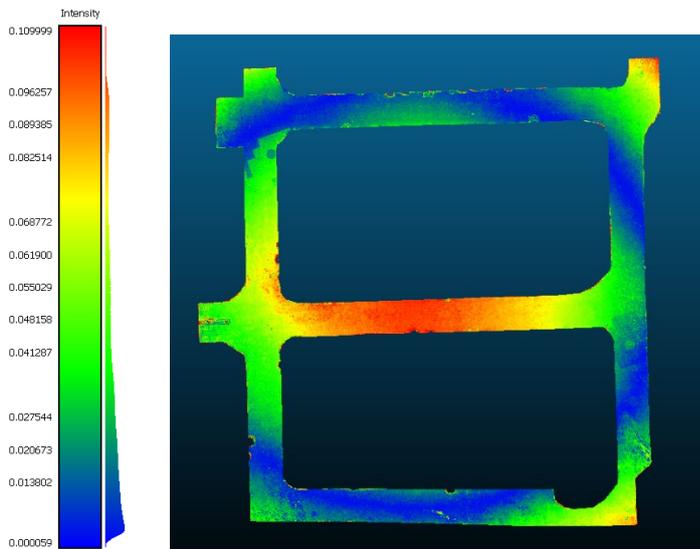


Abbildung 1: Kuppelförmige Verkrümmung

Die Abstandsvergleiche zeigen, dass Flugmuster und die Flughöhe den größten Einfluss auf die Genauigkeiten der UAV-Punktwolken haben. Konkret liefern Kreuzmuster in Kombination mit unterschiedlichen Flughöhen die geringsten Abweichungen zur Referenz. In der Folge sind auch die Deformationen der Punktwolke am geringsten. Die größten Abweichungen liefern Regular-Flüge und Konfigurationen welche ausschließlich eine Flughöhe abdecken. Dabei scheinen besonders geringe Flughöhen einen negativen Einfluss zu haben.

Durch diese Arbeit wird ersichtlich wie die Wahl verschiedener Aufnahmeparameter die Qualität von bildbasierten Punktwolken beeinflussen. Es wird deutlich, dass besonders die Suche nach effizienten Aufnahmekonfigurationen nicht allein durch die Nutzung von Flugplanungssoftware getan ist, sondern darüber hinaus ebenfalls erweitertes Wissen über den SfM-Prozess und den Einfluss der Wahl verschiedener Aufnahmeparameter notwendig ist. Kombinierte Flugdesigns bieten die Möglichkeit auch mit geringeren Überlappungen und weniger Flugstreifen, qualitativ hochwertige Punktwolken zu erzeugen. Besonders überraschend sind die geringeren Deformationen der Konfigurationen mit nur einem zusätzlichen Bildstreifen und Kombinationen aus mittlerer Überlappung und dem Kreuzmuster.