

Ableitung von Parametern zur Flugplanung der Vermessungsdrohne DJI Mavic 3E für Vermessungsaufgaben unter Berücksichtigung der jeweiligen Genauigkeitsanforderungen und der Optimierung der Wirtschaftlichkeit

Bearbeiter: Malin Albrecht

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Danilo Schneider, Dipl.-Ing. Steffen Jahn

HINTERGRUND UND MOTIVATION

Zunehmend kommen im vermessungstechnischen Bereich UAV (unmanned aerial vehicle), auch Drohnen genannt, für die Erfassung von Topografie zum Einsatz. Im Amt für Geoinformation, Kataster und Vermessung des Kreises Paderborn werden die Produkte der UAV-Befliegung, Orthophotos und digitale Oberflächenmodelle, insbesondere für die Kartierung und Digitalisierung topografischer Objekte und nicht einmessungspflichtiger Gebäude genutzt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden geeignete Flugparameter für den Einsatz des Quadroopters DJI Mavic 3 Enterprise bei vermessungstechnischen Aufgaben ermittelt und hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Effizienz bewertet. Ziel war es, die Einflüsse verschiedener Flughöhen, Überlappungen und Auswertestrategien auf die geometrische Qualität photogrammetrischer Produkte zu untersuchen. Die Auswertung mit und ohne Passpunkte sowie eine hohe und mittlere Tiefenbildqualität standen dabei im Fokus. Durch die Analyse sollte der Umgang mit den Einstellungsmöglichkeiten der Drohne sicherer und zielgerichtet gestaltet und eine aufgabenbezogene sowie wirtschaftlich sinnvolle Parameterauswahl ermöglicht werden.

VORGEHEN**Aufnahmegeraet**

Das Aufnahmegeraet stellt einen Teilbereich des Abfallverwertungs- und Entsorgungsbetriebs des Kreises Paderborn dar. Es handelt sich dabei um eine Fläche, die unterschiedliche Strukturen, wie eine Schotterfläche, Vegetation, einen Verkehrsweg sowie eine Überdachung und einige Container aufweist, die vergleichbar mit topografischen Objekten in der Praxis sind.

Messkampagne

Für die Datengrundlage wurden sechs Flugmissionen geplant und mit der DJI Mavic 3 E durchgeführt. Dabei wurden gezielt die Flugparameter Flughöhe und Flugstreifenüberlappung variiert. Es wurden jeweils die Flughöhen 50 m, 80 m und 120 m mit den Quer- und Längsüberlappungen von 60%/80% und 70%/90% kombiniert. Vorab wurden sieben Kontrollpunkte für die spätere Genauigkeitsbewertung sowie sieben Passpunkte für die Auswertung mit Passpunkten mittels GNSS-Messung aufgenommen und mit Zielmarken versehen.

**Auswertung**

Die Auswertung der Bilddaten erfolgte mittels Structure-from-Motion Verfahren in der Software Agisoft Metashape Professional. Dafür wurden die sechs Flugmissionen zunächst mit gleichen Softwareeinstellungen und ohne Verwendung von Passpunkten ausgewertet. Die importierten Fotos wurden im ersten Schritt ausgerichtet, Kontrollpunkte wurden zugeordnet und Kamerapositionen mittels Bündelblockausgleichung optimiert. Weiterhin wurden eine dichte Punktwolke inklusive Tiefenbilder sowie ein digitales Oberflächenmodell und ein Orthophotomosaik erzeugt. Zudem erfolgten weitere Auswertungen der Missionen 1 und 3 mit der Verwendung von Passpunkten und einer mittleren Qualität bei der Berechnung der Tiefenbilder für die Erstellung der dichten Punktwolke. Für diese Variationen wurden ebenfalls digitale Oberflächenmodelle sowie Orthophotomosaiken erzeugt.

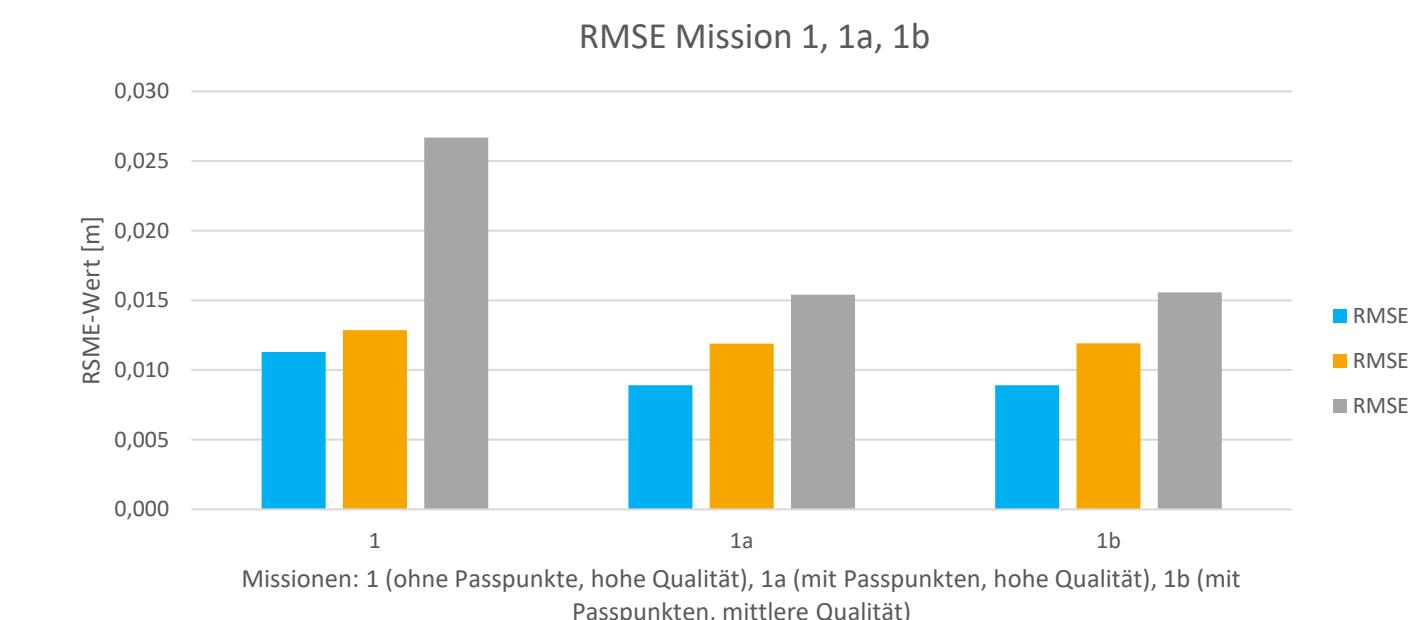
VERGLEICH

Für die Beurteilung der Ergebnisse fand ein Vergleich der RMSE (root mean square error), der Bodenauflösung, Verarbeitungszeit sowie visueller Auffälligkeiten statt.

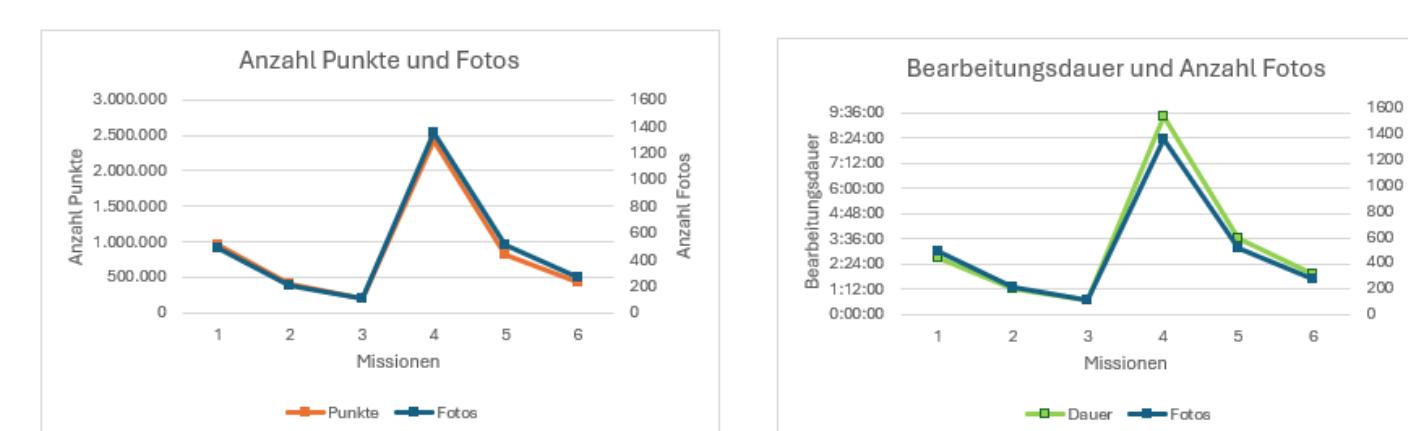
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Diagramme und visuelle Vergleiche der verschiedenen Auswertungen.



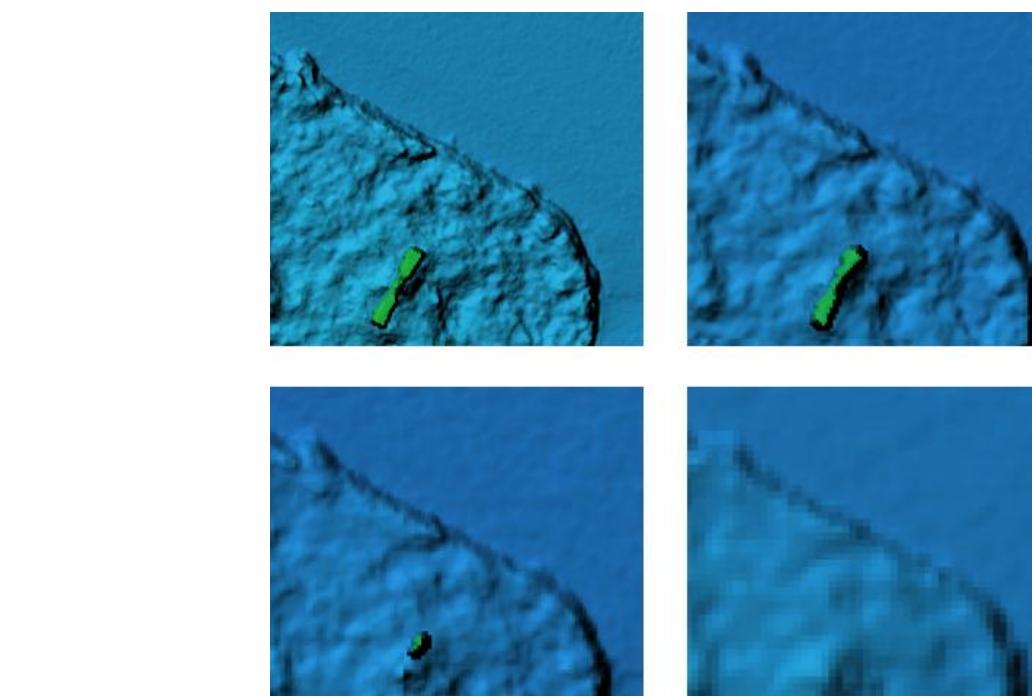
Visueller Vergleich der Flugparameter anhand einer Dachecke im Orthophoto, Mission 1 bis 3 (oben), Mission 4 bis 6 (unten)



Vergleich der RMSE-Werte mit und ohne Verwendung von Passpunkten, Mission 1



Zusammenhang zwischen Datenmenge und Verarbeitungsdauer



Visueller Vergleich DEMs mit hoher und mittlerer Tiefenbildqualität, 1a (o.l.), 1b (o.r.), 3a (u.l.) 3c (o.r.)

Abgeleitete Flugparameter als Handlungsempfehlung für die Flugplanung zukünftiger UAV-Projekte

| GSD [cm/px] | Ortho | DEM | RMSE [cm] | X, Y [px] | Z [m] | Zeitaufwand [hh:mm] | Flughöhe [m] | Überlappung [%] | Passpunkte | Qualität Tiefenbilder | Bemerkungen |
|-------------|-------|-----|------------|------------|----------------|---------------------|--------------|-----------------|------------|-----------------------|---|
| | | | | 1,2 1,3 | 2,7 1,6 | 02:40 09:20 | | 60/80 70/90 | x x | | |
| 2,6 | 1,3 | | | 1,0 | 1,5 | 02:40 | 50 | 60/80 | ✓ | hoch | Zusätzlicher Zeitaufwand für GNSS-Messung und manueller Zuordnung in der Software |
| 4,3 | 2,1 | 1,3 | 1,3 1,2 | 2,7 4,3 | 01:10 03:40 | 00:40 00:40 | 80 | 60/80 70/90 | x x | hoch | |
| 5,3 | 1,3 | | 1,0 | 1,5 | 01:00 | 00:40 | 50 | 60/80 | ✓ | mittel | Zusätzlicher Zeitaufwand für GNSS-Messung und manueller Zuordnung in der Software |
| 6,4 | 3,2 | | 1,4 1,8 | 4,5 7,0 | 00:40 01:50 | 00:40 00:40 | 120 | 60/80 | ✓ | hoch | Zusätzlicher Zeitaufwand für GNSS-Messung und manueller Zuordnung in der Software |
| 12,9 | 3,2 | | 1,4 | 4,5 | 00:15 | 00:15 | 120 | 60/80 | x | mittel | |