

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

Diplomarbeit von Malin Albrecht (2025)

Drohnen haben sich als effizientes Werkzeug in der Geodäsie etabliert. Um hochwertige Produkte wie Orthophotos und digitale Höhenmodelle (DEM) zu erzeugen, müssen sowohl die Genauigkeitsanforderungen als auch wirtschaftliche Faktoren in der Flugplanung berücksichtigt werden. Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit den Planungs- und Auswerteparametern für den Einsatz der Vermessungsdrohne DJI Mavic 3 Enterprise. Ziel der Arbeit war es Parameter für unterschiedliche Genauigkeitsanforderungen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit abzuleiten. Das Ergebnis soll dazu beitragen, den Umgang mit den Einstellungsmöglichkeiten der Drohne sicherer und zielgerichteter zu gestalten und eine aufgabenbezogene sowie wirtschaftlich sinnvolle Parameterauswahl zu ermöglichen.

Zentrale Aspekte der Arbeit waren die Untersuchung der Auswirkungen der Flugparameter Flughöhe und Überlappung sowie des Einflusses von Passpunkten und Softwareeinstellungen bei der Bildauswertung auf die Genauigkeit der Endprodukte Orthophotomosaik und digitale Oberflächenmodelle. Grundlage der Analyse waren 6 Flugmissionen, die mit unterschiedlicher Flughöhe (50m, 80m, 120m) und Bildstreifenüberlappungen (60%/80% und 70%/90%) in einem ausgewählten Aufnahmegebiet (Abb. 1) mit der DJI Mavic 3 Enterprise durchgeführt wurden. Außerdem wurden Pass- und Kontrollpunkte mittels GNSS-Messung, einerseits für die Bildauswertung und andererseits für die Genauigkeitsbewertung, erfasst. Für die photogrammetrische Auswertung kam Agisoft Metashape Professional zum Einsatz. Die Auswertevarianten erfolgten mit und ohne Einfluss von Passpunkten sowie hoher und mittlerer Qualität bei der Erstellung von Tiefenbildern.



Abb. 1: Aufnahmegebiet

Für die Auswertung der Ergebnisse wurden dann die RMSE-Werte, Fehler zwischen Kontrollpunkt und photogrammetrisch berechneten Punkt, die Bodenauflösung und visuelle Unterschiede miteinander verglichen. Zudem erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Die Auswertung der RMSE-Werte zeigte, dass die Verwendung von Passpunkten zu einer Verbesserung der Genauigkeit in der Höhe führt (Abb. 2). Die Flugparameter hingegen zeigten keine signifikanten Unterschiede. Die Bodenauflösung in den Orthophotos wiesen große Unterschiede bei der Variation der Flughöhe (Abb.3) auf, bei den Oberflächenmodellen führte zudem die niedrigere Tiefenbildqualität zu einem schlechteren Ergebnis.

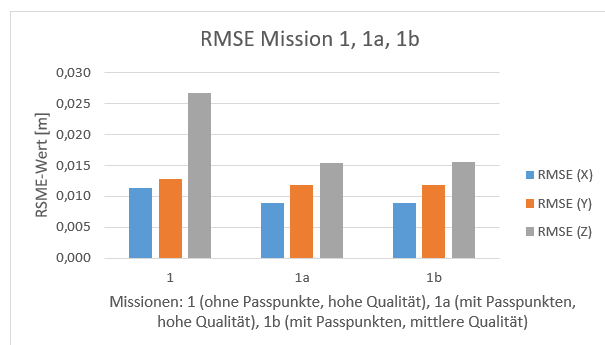


Abb. 2: Vergleich der RMSE-Werte ohne und mit Verwendung von Passpunkten



Abb. 3: Visueller Vergleich der Flugparameter anhand des Orthophotomosaiks

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte vor allem im Hinblick auf die Bearbeitungsdauer und die erzeugte Datenmenge. Es ergab sich, dass eine geringere Flughöhe, größere Überlappung und hohe Tiefenbildqualität zu einer deutlichen Steigerung der Bearbeitungszeit führen. Auch die Verwendung von Passpunkten führt zu einem höheren zeitlichen Arbeitsaufwand, da diese vor Ort gemessen und in der Software manuell zugeordnet werden müssen. Demnach konnten zwei Missionen als unwirtschaftlich bewertet werden. Die weitere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann nur im Zusammenhang mit konkreten Anforderungen der jeweiligen Arbeitsaufträge stattfinden.

Als Ergebnis konnten Flugplanungsparameter bezogen auf die Bodenauflösung und die Fehlerwerte abgeleitet und in einer Tabelle aufgelistet werden. Diese Tabelle kann als Anhaltspunkt für die Flugplanung in der Praxis dienen.

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

Abb. 4: Tabelle mit abgeleiteten Flugparametern für die praktische Anwendung