

# Untersuchungen zur Einführung der Drohnenphotogrammetrie bei Vermessungsämtern in Baden-Württemberg



Abb. 1: DJI Mavic 3E auf dem Start- bzw. Landefeld

## Ausgangslage

- Drohnenphotogrammetrie soll eventuell in Zukunft als Aufnahmemethode im Kataster zugelassen werden
- Neu angeschaffte Drohne im Landratsamt Emmendingen
- Bisher wenig Erfahrungen im Bereich der Drohnenphotogrammetrie
- Integration in den Alltag (Einstellungen, Software, rechtliche Aspekte)

## UAV-Modelle



Drohne	915 g (ohne RTK-Modul)	< 249 g
<b>Gewicht</b>	915 g (ohne RTK-Modul)	< 249 g
<b>Max. Flugzeit</b>	45 min	31 min
<b>Positionierung</b>	GNSS (+RTK) = 0,1 m	GNSS = 0,5 m / 1,5 m
<b>Kamera</b>		
<b>Sensorgroße</b>	17,741 mm x 13,292 mm	7,04 mm x 3,96 mm
<b>Pixelgröße</b>	3,36 µm	1,7 µm
<b>Bildgröße</b>	5280 x 3956	4000 x 2250

Tabelle 1: Spezifikationen der verwendeten UAVs (DJI 2023a, DJI 2023b)

## Flugplanung

- Nadraufnahmen (inkl. Streifen mit Schrägaufnahmen)
- Kreuzbefliegungen
- Einstellungen anhand der geplanten Untersuchungen zu:
  - Flugparametern
  - Software
  - Drohnen-Modell
  - Georeferenzierung
  - Aufnahmemethode
  - Passpunktkonstellation
  - Höheninformation
  - Kamerakalibrierung

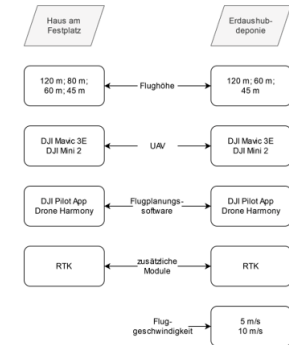


Abb. 5: Übersicht der geplanten Einstellungen der durchzuführenden Flüge

## Kontrollpunktgenauigkeiten

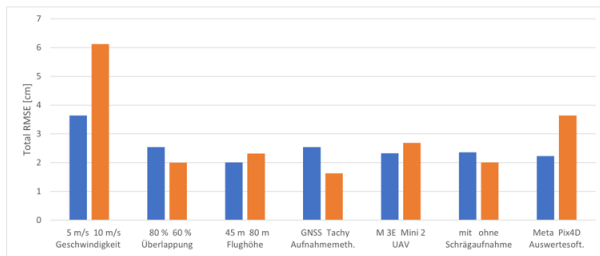


Abb. 8: Zusammenstellung der totalen RMSE-Werte der Kontrollpunktgenauigkeit pro Vergleich

## Orthophotovergleich

Genauigkeiten der Zielmarken in den Orthophotos entsprechen den Kontrollpunktgenauigkeiten der Reporte (RMSE der Differenzen ca. 0.2 px)

Keine grossen visuellen Qualitätsunterschiede feststellbar

Ausnahme: Orthophotos der zwei UAV-Modelle des Untersuchungsgebietes «Haus am Festplatz» (siehe rechts)



Abb. 10: oben – Orthophotoausschnitt des 90m-Fluges mit der DJI Mavic 3E, unten – Orthophotoausschnitt des 90m-Fluges mit der DJI Mini 2

## Diskussion und Fazit

- Art der Georeferenzierung, Passpunktkonstellation bei geringer Anzahl, Auswertesoftware und Fluggeschwindigkeit haben den grössten Einfluss auf die Genauigkeit
- Es muss zwischen Genauigkeit und Detailtiefe unterschieden werden
- Drohnenphotogrammetrie gute Ergänzung zu herkömmlichen Vermessungsmethoden

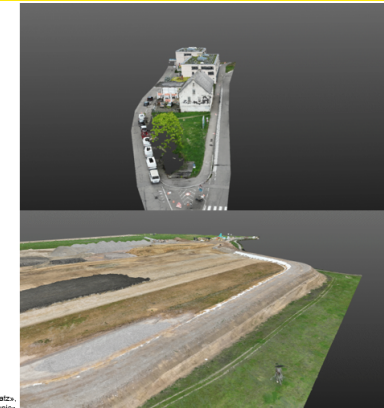


Abb. 15: oben – Punktwolke des Gebietes «Haus am Festplatz», unten – Punktwolke des Gebietes «Erdstuhlabdeponie»



# Ausgangslage

- Drohnenphotogrammetrie soll eventuell in Zukunft als Aufnahmemethode im Kataster zugelassen werden
- Neu angeschaffte Drohne im Landratsamt Emmendingen
- Bisher wenig Erfahrungen im Bereich der Drohnenphotogrammetrie
- Integration in den Alltag (Einstellungen, Software, rechtliche Aspekte)

Abb. 1: DJI Mavic 3E auf dem Start- bzw. Landefeld

# Umfrage zum aktuellen Stand

- Stand Mai 2023
- Verschickt an die 57 Vermessungsverwaltungen in Baden-Württemberg
- 42 Rückmeldung (74%)
  
- Ergebnisse:
  - Zwei Drittel setzen bereits UAV ein
  - Anschaffungen in den letzten 6 Jahren (siehe Abbildung rechts)
  - Auswertesoftware: Agisoft Metashape
  - Modell: DJI Phantom 4RTK
  - Hauptaufgabe: Orthophoto, DGM/DOM, Bestandsaufnahme, Luftbilder
  - Vorteile: Aufnahmeleistung und Kosten

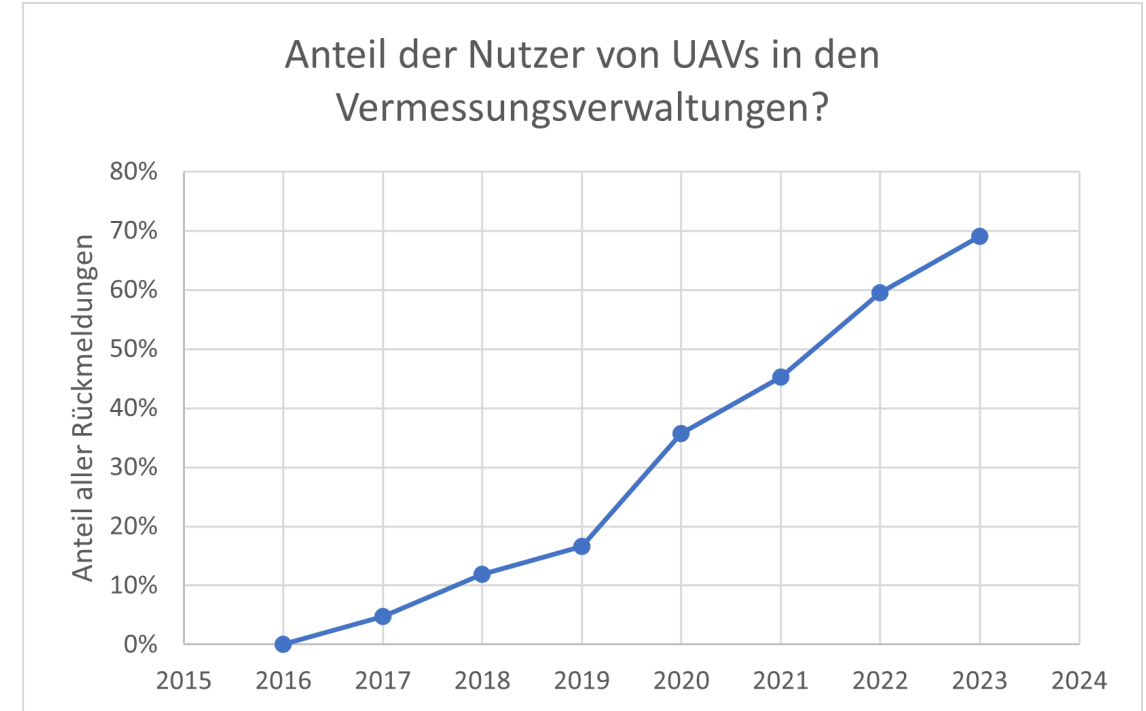


Abb. 2: Diagramm zum Anschaffungsjahr der bereits genutzten UAVs – Umfragedaten vom Mai 2023

# UAV-Modelle

Abb. 3: DJI Mavic 3E (DJI 2023a)



Abb. 4: DJI Mini 2 (DJI 2023b)



## Drohne

<b>Gewicht</b>	915 g (ohne RTK-Modul)	< 249 g
<b>Max. Flugzeit</b>	45 min	31 min
<b>Positionierung</b>	GNSS (+RTK) = 0,1 m	GNSS = 0,5 m / 1,5 m
<i>Kamera</i>		
<b>Sensorgrösse</b>	17,741 mm x 13,292 mm	7,04 mm x 3,96 mm
<b>Pixelgrösse</b>	3,36 $\mu\text{m}$	1,7 $\mu\text{m}$
<b>Bildgrösse</b>	5280 x 3956	4000 x 2250

Tabelle 1: Spezifikationen der verwendeten UAVs (DJI 2023c, DJI 2023d)

# Flugplanung

- Nadiraufnahmen (inkl. Streifen mit Schrägaufnahmen)
- Kreuzbefliegungen
- Einstellungen anhand der geplanten Untersuchungen zu:
  - Flugparametern
  - Software
  - Drohnen-Modell
  - Georeferenzierung
  - Aufnahmemethode
  - Passpunktkonstellation
  - Höheninformation
  - Kamerakalibrierung

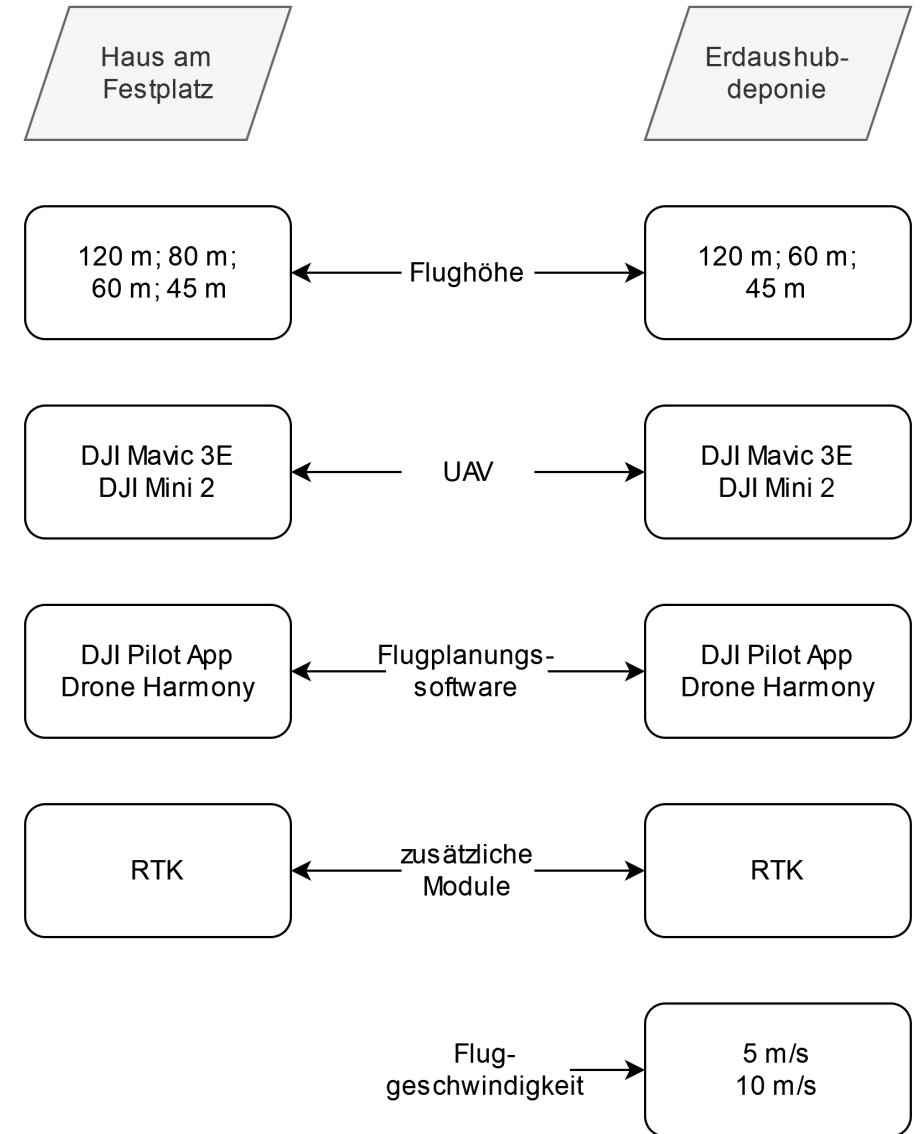


Abb. 5: Übersicht der geplanten Einstellungen der durchzuführenden Flüge



# Kontrollpunktgenauigkeiten

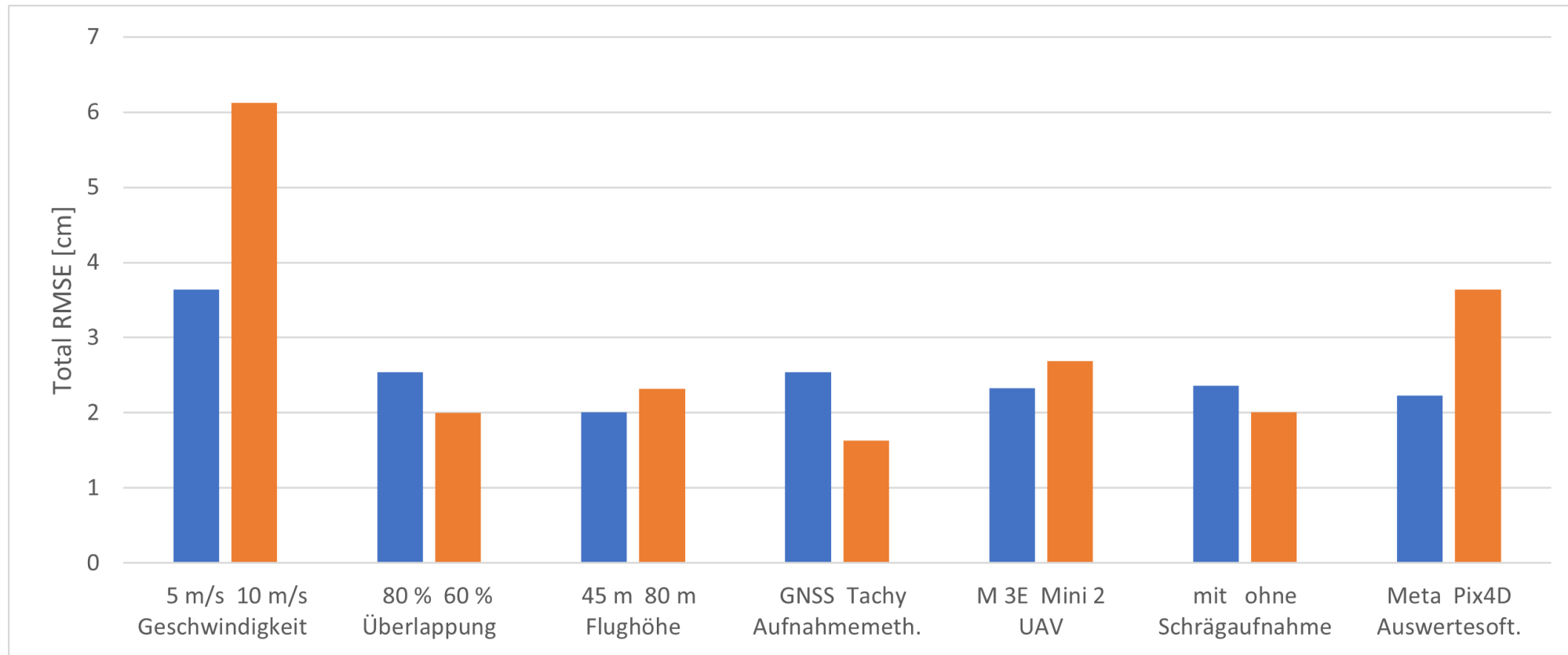


Abb. 8: Zusammenstellung der totalen RMSE-Werte der Kontrollpunktgenauigkeit pro Vergleich

# Kontrollpunktgenauigkeiten

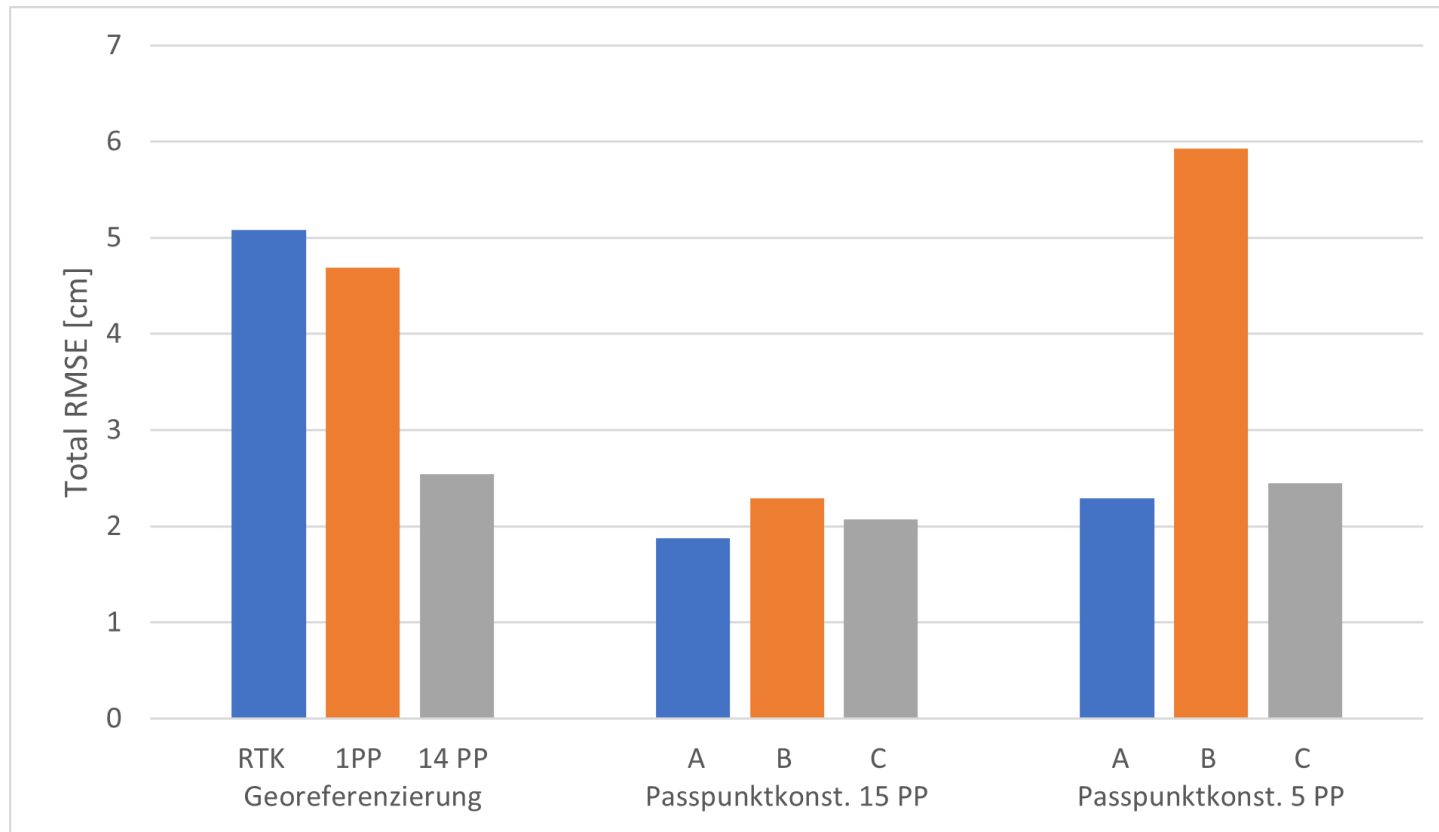


Abb. 9: Zusammenstellung der totalen RMSE-Werte der Kontrollpunktgenauigkeit pro Vergleich



# Orthophotovergleich

Genauigkeiten der Zielmarken in den Orthophotos entsprechen den Kontrollpunktgenauigkeiten der Reporte (RMSE der Differenzen ca. 0.2 px)

Keine grossen visuellen Qualitätsunterschiede feststellbar

Ausnahme:  
Orthophotos der zwei UAV-Modelle des Untersuchungsgebietes «Haus am Festplatz» (siehe rechts)

Abb. 10: oben – Orthophotoausschnitt des 80m-Fluges mit der DJI Mavic 3E, unten – Orthophotoausschnitt des 60m-Fluges mit der DJI Mini 2



# Querprofilvergleich

- Schnitte durch Punktwolke
- 2 cm-breite Punktwolkenstreifen

Abb. 11: Querprofilvergleich diverser Auswertesoftware

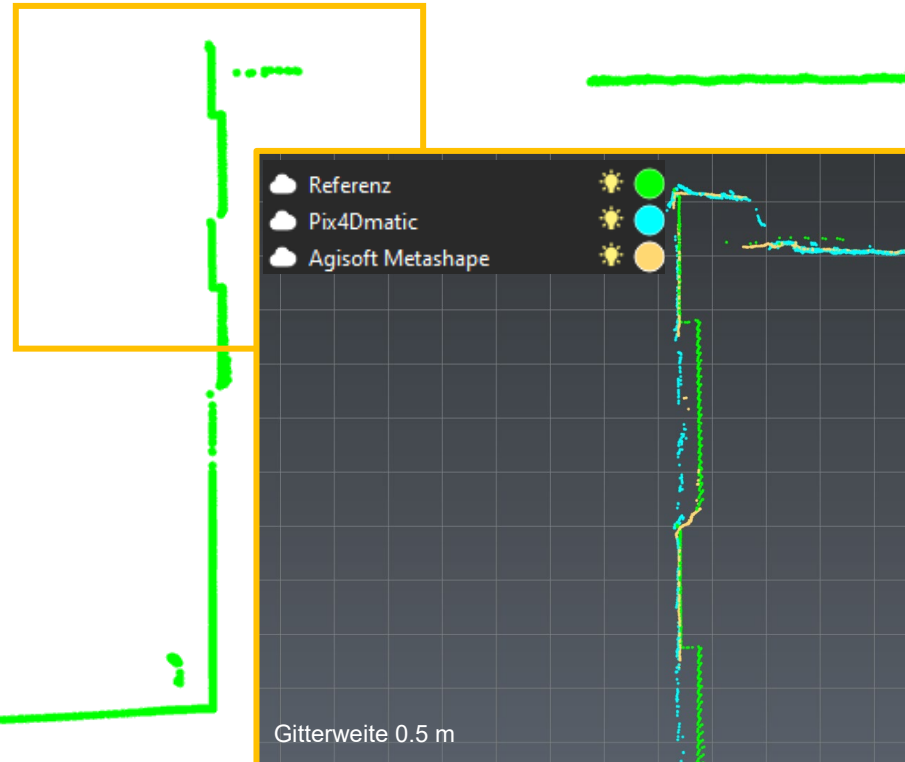


Abb. 12: Querprofilvergleich diverser Auswertesoftware

Abb. 13: Querprofilvergleich diverser Überlappung

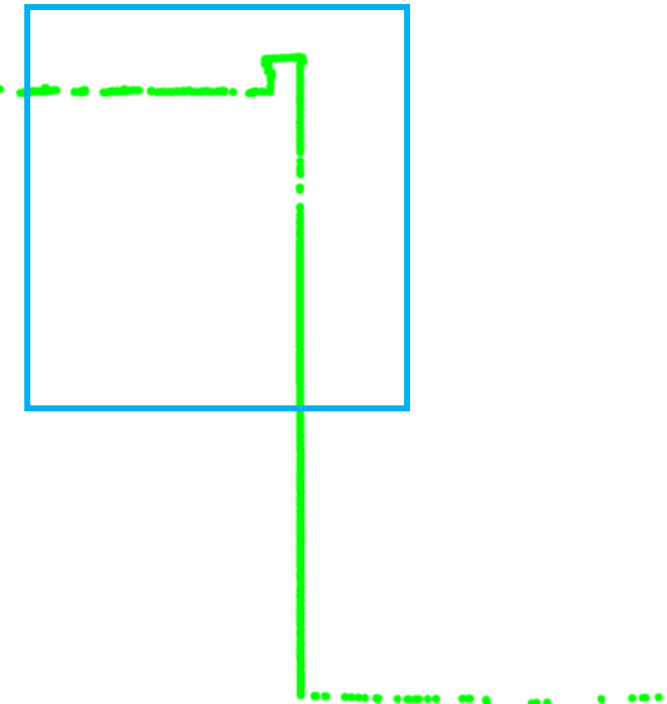
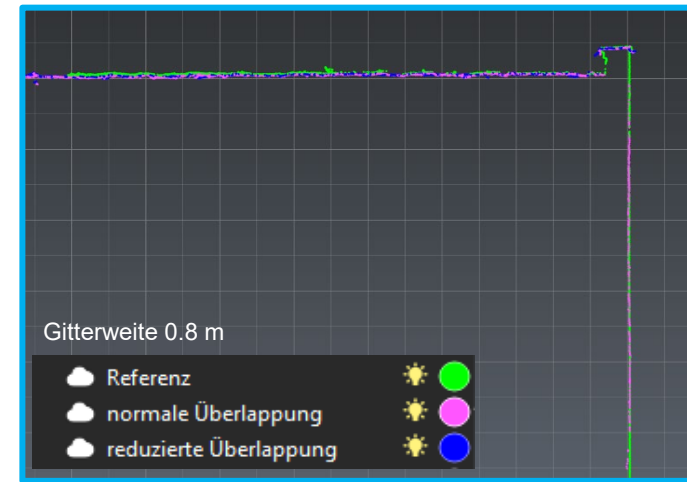


Abb. 14: Hintergrund - Referenzquerprofil im Gebiet «Haus am Festplatz»

# Diskussion und Fazit

- Art der Georeferenzierung, Passpunktkonstellation bei geringer Anzahl, Auswertesoftware und Fluggeschwindigkeit haben den grössten Einfluss auf die Genauigkeit
- Es muss zwischen Genauigkeit und Detailtiefe unterschieden werden
- Drohnenphotogrammetrie gute Ergänzung zu herkömmlichen Vermessungsmethoden

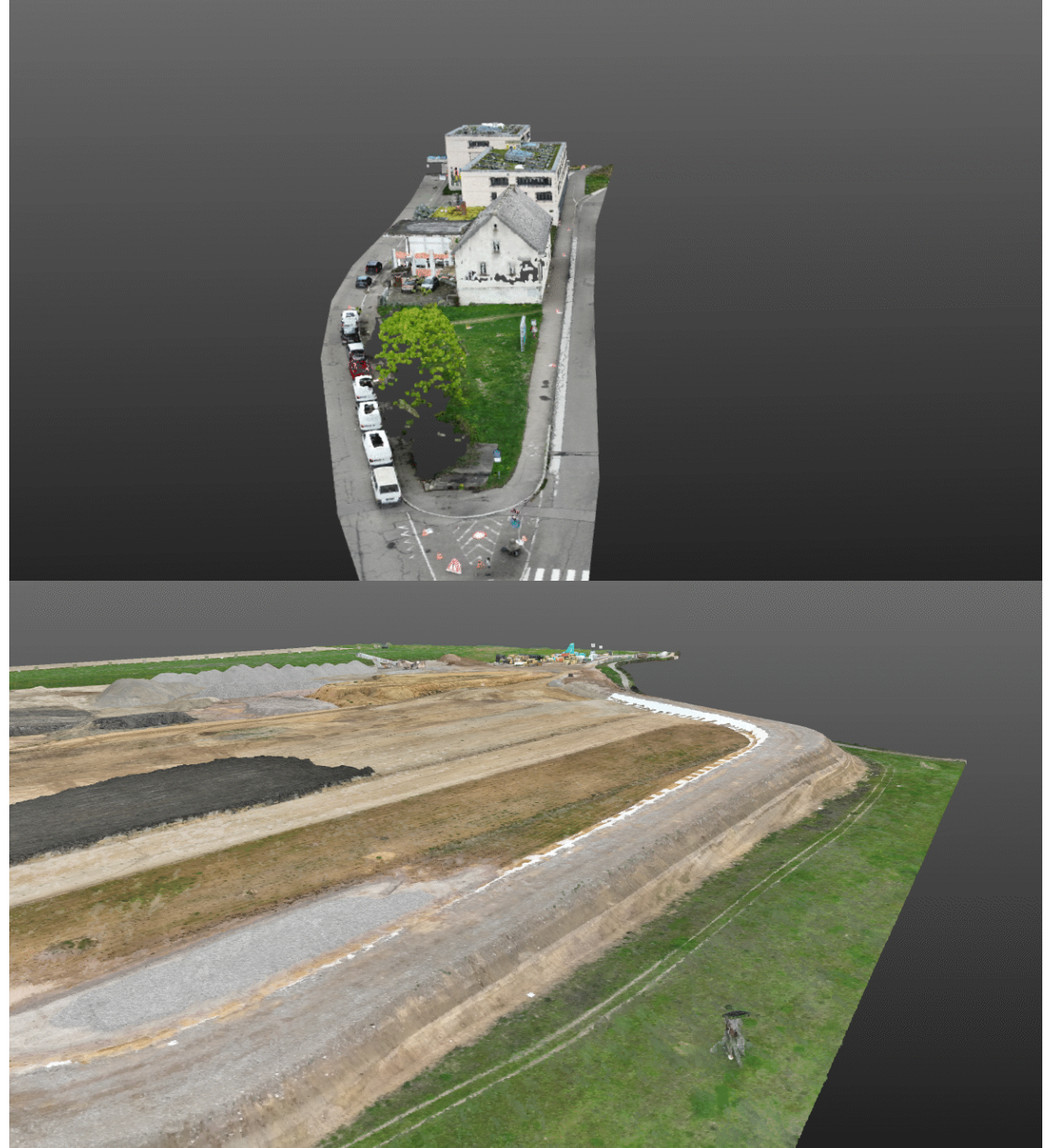


Abb. 15: oben – Punktwolke des Gebietes «Haus am Festplatz»,  
unten – Punktwolke des Gebietes «Erdaushubdeponie»

# Literatur

Für die erstellte Präsentation:

- DJI (2023a). URL: <https://stag-dji-official-fe.djicdn.com/pre/dps/94d66cf3a55917de101f81aab46000a.jpg>
- DJI (2023b). URL: <https://dji-official-fe.djicdn.com/cms/uploads/33bfba8a34662bf03fd79a249e9681ba.png>
- DJI (2023c): Specs. URL: <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise/specs>
- DJI (2023d): Specs. URL: <https://www.dji.com/ch/mini-2/specs>