

# Bildanalyse Projekt 1: UAV-Photogrammetrie



**Gruppe 6**  
Jingyi Bao, 3255519  
Bingwang Chen, 3190522  
Hsin-Feng Ho, 3378849  
Jiaxin Liu, 3313749

Stuttgart, Juni 2021

---

**Betreuer:** Dr. Michael Cramer  
Universität Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2 Datensätze</b>	<b>3</b>
2.1 Parameter des Kameras . . . . .	3
<b>3 Survey data</b>	<b>4</b>
<b>4 Camera Calibration</b>	<b>5</b>
<b>5 Camera Locations</b>	<b>6</b>
<b>6 Ground Control Points</b>	<b>7</b>
<b>7 Digital Elevation Model</b>	<b>8</b>
<b>8 Vergleich von DEM</b>	<b>9</b>
<b>9 Probleme</b>	<b>10</b>
9.1 Kamerakalibrierung . . . . .	10
9.2 Kamerapositionen . . . . .	10
9.3 Ground Control Points . . . . .	10

## 1 Einleitung

Die Topografie des Segelflugplatzes Hülben/Alb soll mittels UAV-gestützter Photogrammetrie erfasst werden. Der Flugplatz Hülben verfügt über zwei Start-/Landebahnen, die in etwa in Ost-West-Richtung verlaufen. Man hat zwei zu erfassende Gebiete. Das gelb eingezeichnete Umringpolygon hat eine Ausdehnung von ca.  $700 \times 170 \text{ m}^2$ . Der zentrale, in orange umrandete Bereich hat eine Größe von  $200 \times 130 \text{ m}^2$  und wird ein zweites Mal in einer geringeren Flughöhe überflogen.



Abbildung 1: Übersicht Projektgebiet Landeplatz Hülben mit den UAV-Befliegungen Flug1+2

## 2 Datensätze

Die uns zugewiesenen Datensätze sind **Flight 1(low)+Flight 2(low) combined**, die von dji Phantom 4 RTK Drohne aufgenommen wurden.

### 2.1 Parameter des Kameras

Hier werden die wichtigen Parameter des Kameras aufgelistet.

Kamera	Pixelgröße( $\mu\text{m}$ )	Pixelzahl s	Brennweite(mm)
dji Phantom4 RTK	2,41	$5472 \times 3648$	8,8

### 3 Survey data

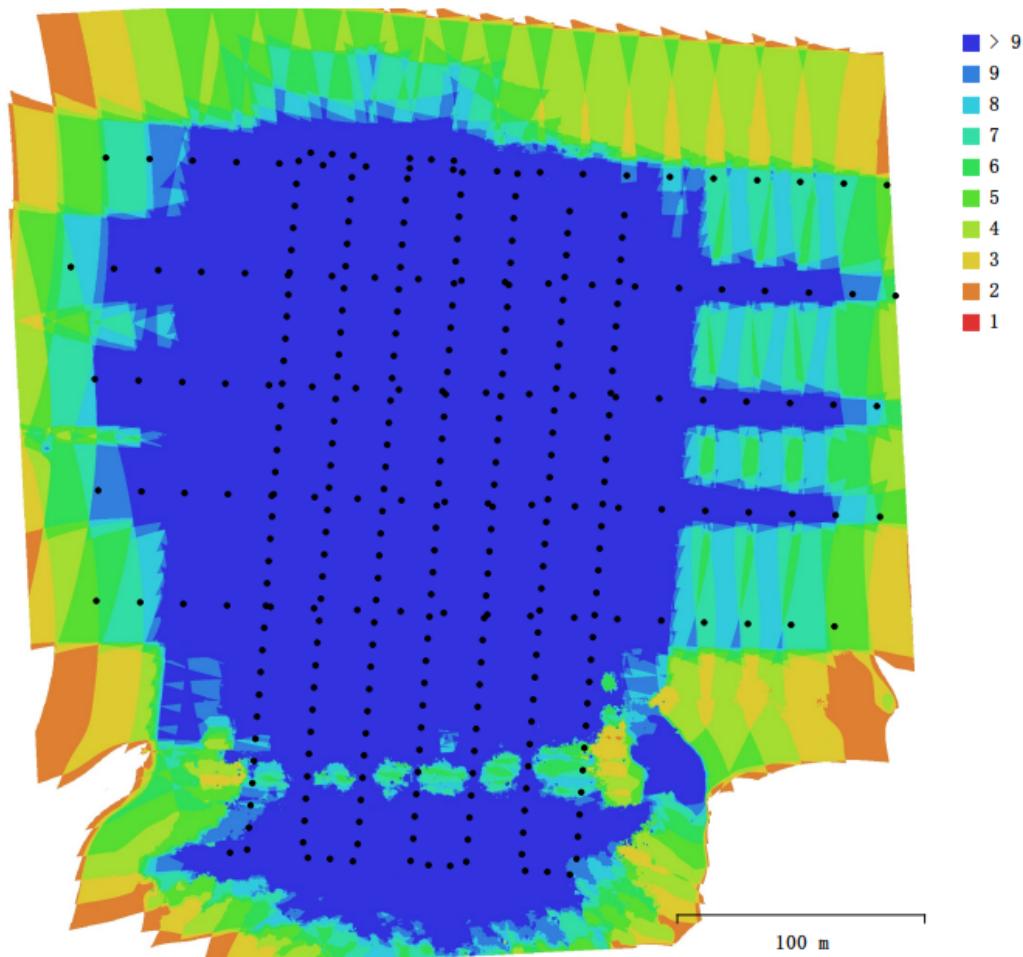


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	335	Camera stations:	328
Flying altitude:	52.9 m	Tie points:	282, 707
Ground resolution:	1.27 cm/pix	Projections:	835, 914
Coverage area:	0.124 km <sup>2</sup>	Reprojection error:	0.289 pix

Aus dem Metashape erzeugten Bild ist deutlich zu erkennen, dass der Mittelbereich des Gebietes sehr stark überlappt ist. Die Kombinierung zweier Befliegungen leistet dazu ein wichtiger Beitrag. Darüber hinaus beträgt der Fehler der Rückprojektion 0,289 pix, was relativ klein ist. Das deutet darauf hin, dass die berechneten Punkte um c.a. 0,3 pixel abweichen, wenn die Punkte wiederum in das Bild projiziert werden.

## 4 Camera Calibration

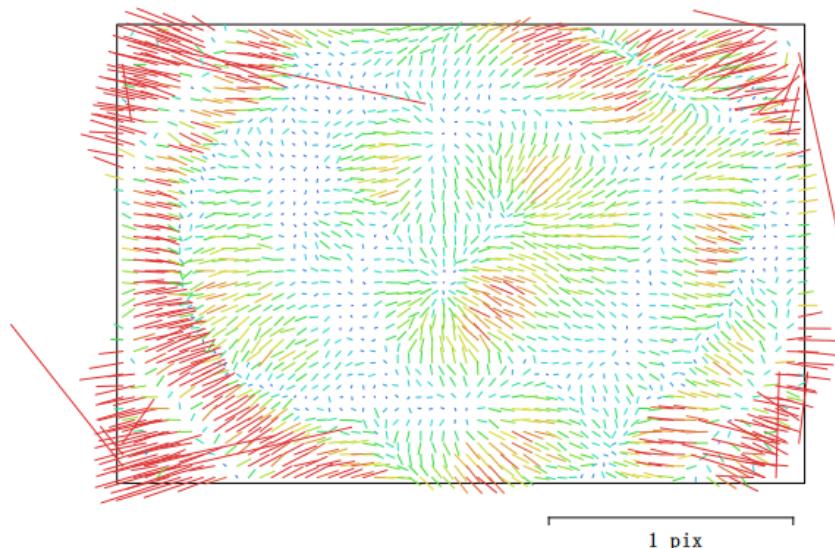


Fig. 2. Image residuals for FC6310R (8.8mm).

**FC6310R (8.8mm)**

335 images, precalibrated

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
<b>Frame</b>	<b>5472 x 3648</b>	<b>8.8 mm</b>	<b>2.41 x 2.41 μm</b>

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
<b>F</b>	<b>3645.9</b>	0.054	1.00	0.04	0.03	-0.70	0.38	-0.28	-0.05	-0.02
<b>Cx</b>	<b>6.0401</b>	0.027		1.00	-0.01	-0.05	0.04	-0.03	-0.82	-0.02
<b>Cy</b>	<b>8.77447</b>	0.026			1.00	0.00	-0.02	0.02	0.00	-0.69
<b>K1</b>	<b>-0.267434</b>	1.1e-05				1.00	-0.89	0.80	0.07	-0.01
<b>K2</b>	<b>0.108337</b>	1.9e-05					1.00	-0.98	-0.07	0.03
<b>K3</b>	<b>-0.0295986</b>	1.2e-05						1.00	0.06	-0.04
<b>P1</b>	<b>-0.00117473</b>	1.1e-06							1.00	0.02
<b>P2</b>	<b>-2.03656e-05</b>	1.1e-06								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Die Residuen nach der Kalibrierung sind sehr deutlich unter einem Pixel, aber eine gewisse Systematik kann man noch erkennen. Wenn wir die Kalibriertermen ändert, verbessern die Residuen nur ein wenig. Es gibt keinen wesentlichen Unterschied. Man muss jedoch darauf achten, die Korrelation von Parameter F und K1 -0.7 beträgt.

## 5 Camera Locations

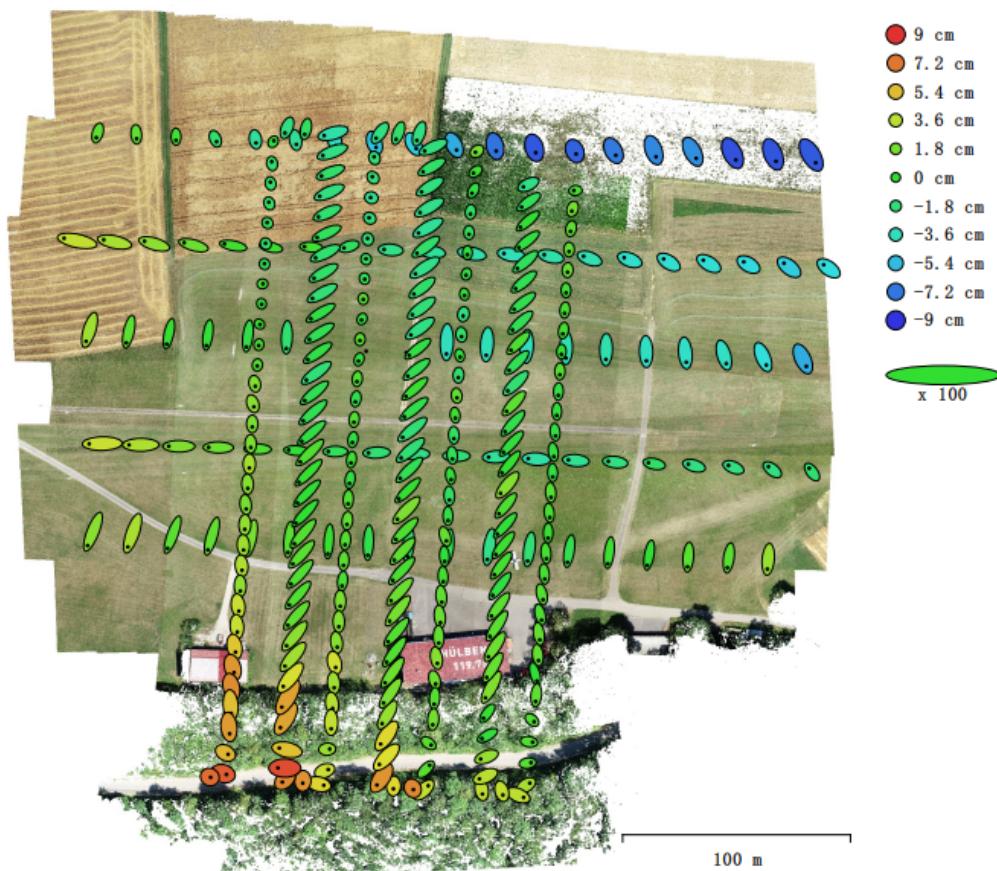


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X, Y errors are represented by ellipse shape.  
Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total error (cm)
4.68229	5.43778	2.74389	7.17588	7.68259

Table 3. Average camera location error.

X – Easting, Y – Northing, Z – Altitude.

Bei uns sind die Standardabweichung größer als die anderen Gruppen. Das Problem liegt daran, dass wir einen Datensatz haben, der aus zwei Befliegungen (Nord-Süd und West-Ost) kombiniert. Das hat zur weniger Genauigkeit geführt. Es fällt allerdings auf, dass die GNSS-Positionen in Vertikalrichtung besser als in Horizontalrichtung sind.

## 6 Ground Control Points

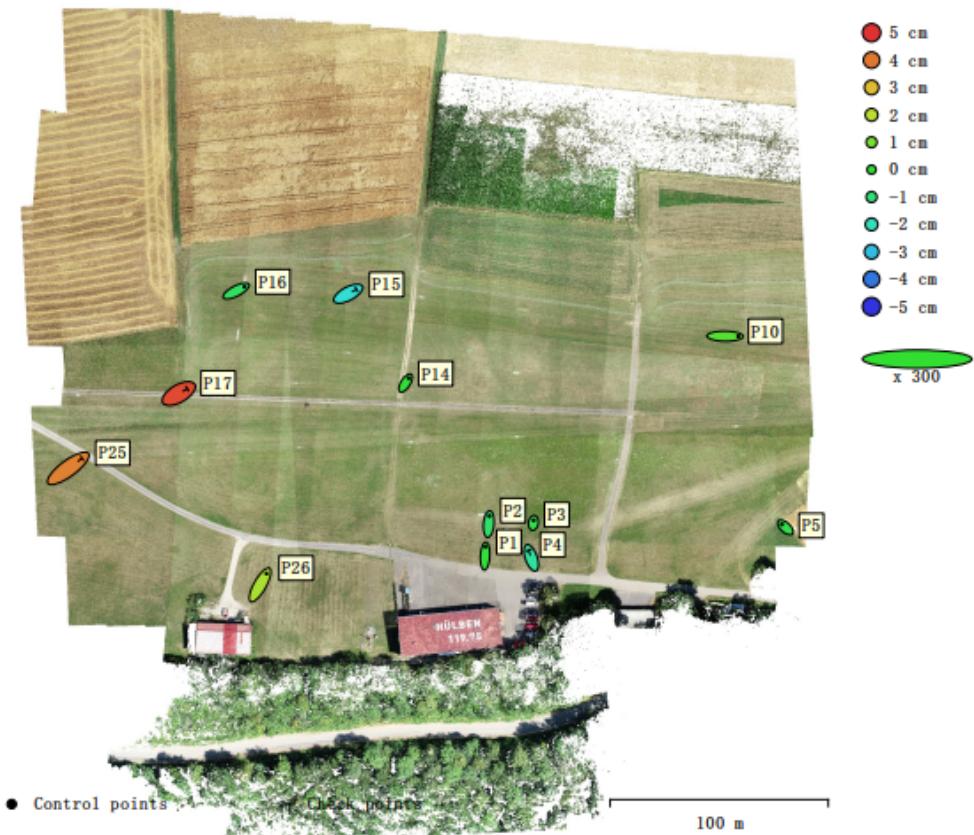


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X, Y errors are represented by ellipse shape.  
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
8	1.89713	1.99572	0.777582	2.75354	2.86122

Table 4. Control points RMSE.

X – Easting, Y – Northing, Z – Altitude.

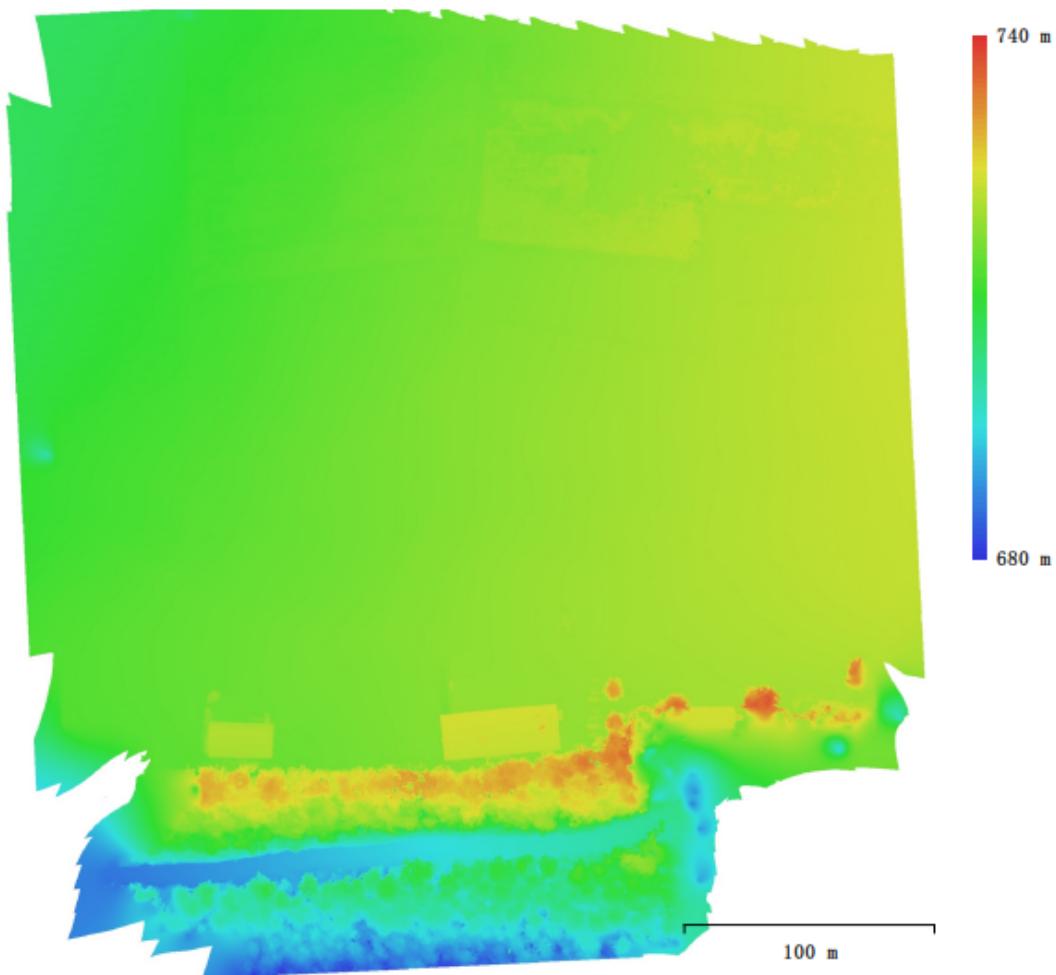
Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
4	2.8097	2.16351	3.33	3.54616	4.86458

Table 5. Check points RMSE.

X – Easting, Y – Northing, Z – Altitude.

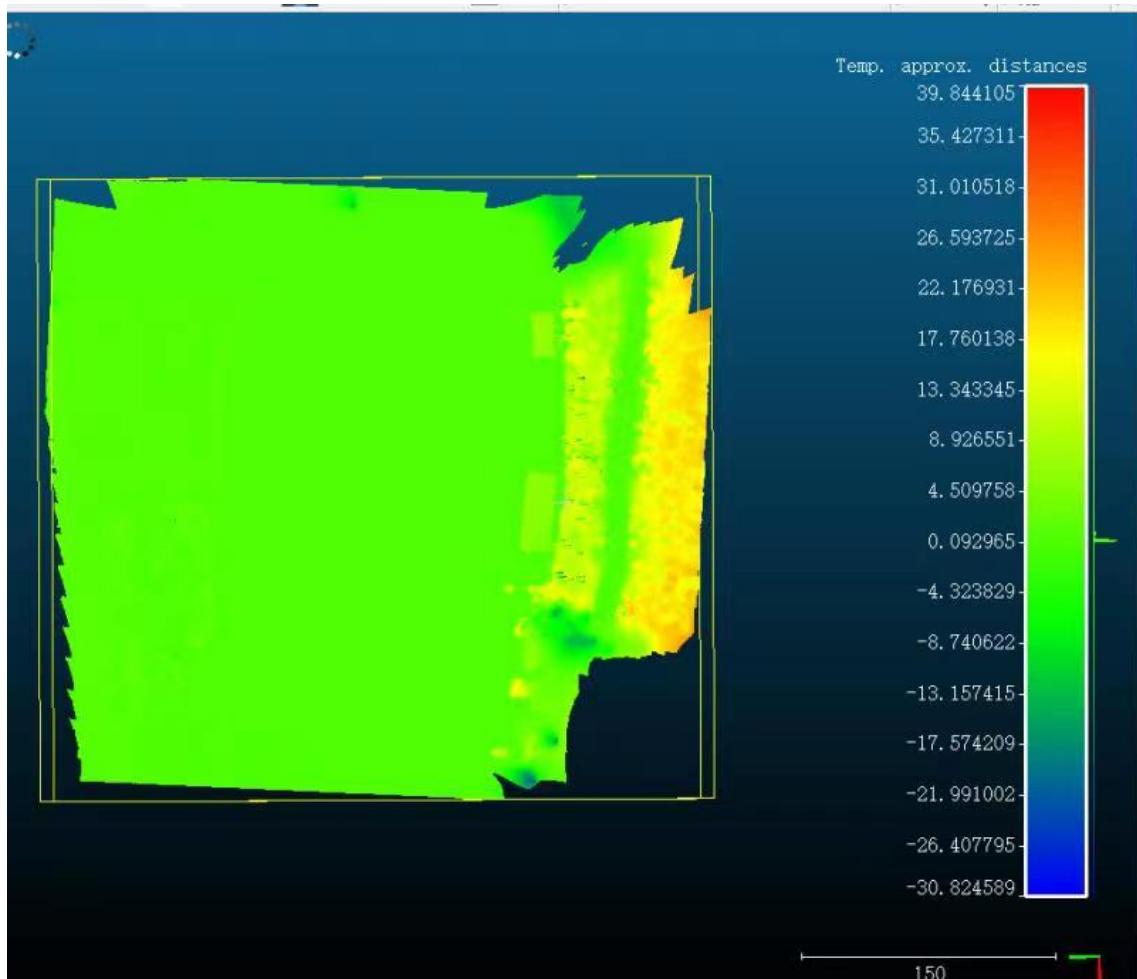
Die Passpunkte sind, die in Ausgleichung der Georeferenzierung betrachtet werden. Sie sind im ganzen Gebiet gleich verteilt, um eine gute Konfiguration zu schaffen. Die restlichen 4 Punkte stehen als Kontrollpunkte zur Verfügung. Die Unsicherheiten der Punkte sind ein bisschen groß. Das Problem liegt daran, dass wir die Datensätze haben, die aus zwei Befliegungen (Nord-Süd und West-Ost) kombiniert. Sie sind zwar die gleiche Kamera, aber die Geometrie wurde verändert. Das hat zur weniger Genauigkeit geführt.

## 7 Digital Elevation Model



Es ist deutlich zu sehen, dass das rechte Gebiet heller als die linke Seite ist. Das entspricht, dass das rechte Gebiet höher als das linke Gebiet ist. Und im unteren Teil sind Bäume und Vegetation, die eine bestimmte Höhe haben.

## 8 Vergleich von DEM



Das ganze linke Gebiet hat keinen Höhenunterschied. Und auf der rechten Seite hat ein Unterschied von ungefähr 20 m. Das entspricht, dass das Geländemodell keine Informationen von Bäume und Vegetationen hat.

## 9 Probleme

### 9.1 Kamerakalibrierung

Die Systematik der Kamerakalibrierung sollte man eliminieren. Die Residuen sollen sich zufällig in allen Richtungen zeigen. Eine Kreisförmige Systematik deutet darauf hin, dass es eine Korrelation von der Kameraparameter gibt.

### 9.2 Kamerapositionen

Genauso werden die Ellipsen der Kamerapositionen eine gewisse Systematik erkennen.

### 9.3 Ground Control Points

Die Fehler unserer Passpunkte sind zu groß. Zwar die zwei Flüge hat das verursacht, aber man kann noch durch die Verknüpfung der Bilder die Fehler verkleinern.

### 9.4 Vergleich von DEM

Die Skala der Höhe kann man noch verfeinern, da der blaue Bereich kaum genutzt wird. Damit kann man noch einige feinen Details z.B. (Flugzeug) erkennen.