

**Studiengang Geodäsie & Geoinformatik B.Sc.**  
**LV Photogrammetrie** (Wintersemester 2019/2020)

**Übung 2 – Orthophotogenerierung**

Abgabetermin: 7. Februar 2020

**Theoretischer Teil:**

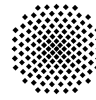
Für die Orthophotogenerierung aus Luftbildern haben die indirekten Verfahren wesentliche Bedeutung. Dabei wird zwischen Pixel-by-Pixel- und der Ankerpunkt-Methode unterschieden. Beide Verfahren sind unter Angabe der entsprechenden Formeln für die jeweiligen Rechenschritte anzugeben. Die Orientierungsparameter (innere und äußere Orientierung) können als bekannt vorausgesetzt werden.

Ein wichtiges Berechnungsverfahren innerhalb der digitalen Orthophotogenerierung ist das Resampling. Was heißt Resampling und in welchem Zusammenhang taucht es auf? Welche Verfahren sind bekannt? Wie unterscheiden sich die Verfahren? Welches wird in der Regel verwendet? Welches ist das ideale Resampling- bzw. Abtastverfahren (siehe auch LV Dig. Signalverarbeitung)?

Werden bei der Orthophotogenerierung nicht mit der Realität übereinstimmende Höhen für die Entzerrung der Bildpunkte verwendet, entstehen Lagefehler im Orthophoto. Dieses tritt zum Beispiel bei der Orthophotoberechnung städtischer Gebiete auf, sofern die Gebäude nicht Bestandteil des verwendeten Höhenmodells sind. Mit welchem maximalen (radialen) Versatz im Ausgangsluftbild ist zu rechnen, wenn ein Objektpunkt 10 m über der in der Auswertung angenommenen Oberfläche liegt? Der maximale Versatz taucht immer in den Bildecken auf. Berechnen Sie für die DMC I-Kamera exemplarisch den maximalen Radialversatz für drei typische Bodenpixelgrößen ( $GSD=5$  cm,  $GSD=10$  cm,  $GSD=20$  cm). Wie groß sind die daraus resultierenden Lagefehler im Objektraum?

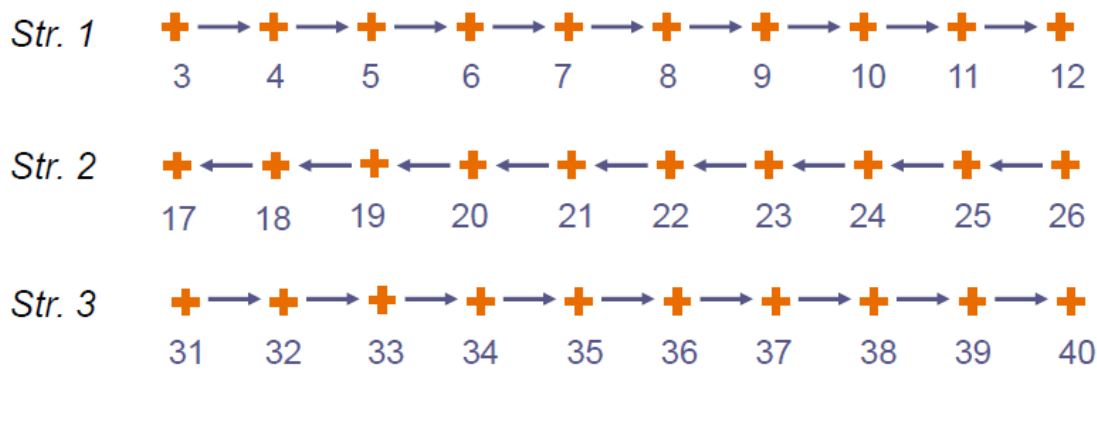
Erklären Sie, warum Orthophotoprojekte oftmals mit deutlich größerer Querüberdeckung (z.B.  $q=60\%$ ) geflogen werden.

Diskutieren Sie allgemein welche Aufnahmekonfiguration ist für die Orthophotogenerierung zu bevorzugen (Überdeckungsverhältnisse, Wahl der Kamerakonstante / Öffnungswinkel der Optik)?



## Praktischer Teil:

Die Verwendung verschiedener Eingangsgrößen in der Orthophotogenerierung ist an praktischen Beispielen zu untersuchen. Dazu liegen Bilder des Testflugs Vaihingen 2008 vor (DMC I-Kamera), die mit der Version des kommerziellen Programms *OrthoMaster*, welches im ApplicationsMaster enthalten ist, entzerrt werden sollen. Für das entsprechende Testgebiet liegt ein DGM bzw. DOM vor mit der Rasterweite 20m bzw. 1,3m. Die Handhabung des Programms und die prinzipielle Vorgehensweise ist in der Kurzbeschreibung *ApplicationsMaster-Orthophoto.pdf* (siehe CIP-Pool: D:\users\Uebungen\PhotoBSc\Übung 2 - Orthophoto) gegeben. Ansonsten ist auf die online-Hilfe zu verweisen. Die Berechnungen sind nicht für das gesamte Gebiet notwendig, sondern nur für **einen kleinen Bereich** aus dem DMC-I-Bild, das auch im Rahmen der vorhergehenden Übung bereits bearbeitet worden ist.

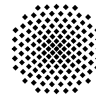


## Aufgaben

### Teil 1 – Visualisierung und Generierung einer 3D-Perspektivansicht

Das bereits angelegte Projekt aus den vorigen Übungen ist hier weiterzuführen. Jede Gruppe arbeitet also mit dem bereits mittels Rückwärtsschnitt orientierten Bild. Das DOM/DGM liefert Basisdaten für die Orthophotogenerierung. Daher soll zunächst der Unterschied zwischen DOM und DGM verdeutlicht werden. Dazu ist die Software DTMaster in ApplicationsMaster zu verwenden. Eine Anleitung ist unter *DTMaster.pdf* zu finden.

Veranschaulichen Sie den Unterschied zwischen DOM und DGM, indem Sie für einen ausgewählten Bereich beide Produkte (perspektivisch) darstellen. Wählen Sie bevorzugt einen bebauten Bereich, für den Sie anschließend auch die Orthophotoberechnung durchführen. Diskutieren die Unterschiede und beurteilen Sie die Qualität des DGM bzw. DOM.



## Teil 2 – Orthophotogenerierung

Der genaue Ablauf für die aktuelle Übung ist in der Kurzbeschreibung *ApplicationsMaster-Orthophoto.pdf* erläutert. Alle durchgeführten Schritte sind in der Ausarbeitung über Screenshots zu dokumentieren und zu erläutern.

Welche minimale Orthophotopixelgröße (GSD (im Objektraum)) sollte für diese Bilder sinnvollerweise gewählt werden? Warum? Was heißt dieses für die Auflösung? Erklären Sie den Unterschied zwischen GSD und Auflösung!

### *Vergleich von DOM und DGM*

Mit vorgegebenen Parametern (strenges Verfahren, bilineare Interpolation, Orthophotopixelgröße GSD 0.25m) soll für einen **kleinen** Bildausschnitt ein Orthophoto unter der Verwendung von alternativ DGM und DOM berechnet werden.

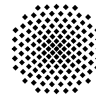
Die Ergebnisse sind zu vergleichen (visuell) und zu diskutieren. Vergleichen Sie ein möglichst „höhenreiches“ Gebiet (z.B. bebaute Flächen, Steinbruch) und führen Sie Messungen (horizontale und vertikale Geländekoordinate) individueller Punkte im jeweiligen Orthophoto durch. Dabei sind besonders Hausdächer im Vergleich zum Boden zu betrachten.

### *Vergleich verschiedener Einstellungen bei der Orthophotogenerierung unter Verwendung des DGMs*

Berechnen Sie für einen kleinen Teilbereich des zur Verfügung stehenden Bildpaars (aus dem Stereobereich) ein Orthophoto (Verwendung des **DGM**, strenges Verfahren, bilineare Interpolation (Fall 0)) mit dieser maximal sinnvollen Auflösung. Dieser Bildausschnitt sollte zur späteren Kontrollierbarkeit der metrischen Genauigkeit des Orthophotos auch mindestens einen Passpunkt und weitere natürliche, deutlich definierbare Punkte enthalten. Messen Sie die horizontalen Geländekoordinaten (Lagekoordinaten X, Y) von mindestens 2 definierten Punkten im resultierenden Orthophoto.

Im Folgenden werden nun die Auswirkungen von unterschiedlichen Eingabeparametern im Detail untersucht. Für obigen kleinen Bildausschnitt sind unter Variation folgender Eingabeparameter Orthophotos zu berechnen:

- Fall A: *Variation der Ausgabeauflösung* (Orthophotopixelgröße im Objektraum) (mindestens drei verschiedene Bodenpixelgrößen verwenden (sonstige Einstellungen: DGM, strenges Verfahren, bilineare Interpolation). Wie wirkt sich die unterschiedliche Auflösung auf die Dateigröße des Orthophotos aus? Welche Details können in Abhängigkeit von der Pixelgröße in den Orthophotos noch erkannt werden? Verifizieren Sie dadurch die oben getroffene Annahme betreffend minimaler Orthophotopixelgröße GSD.
- Fall B: *Variation der verwendeten Interpolationsmethode* für das Resampling (mindestens drei verschiedene Interpolationsverfahren verwenden (sonstige Einstellungen: DGM, strenges Verfahren, Orthophotoauflösung **0.25m**)). Wie wirken sich die unterschiedlichen Verfahren auf die (visuelle) Qualität des Orthophotos aus?
- Fall C: *Einfluss der verwendeten Entzerrungsverfahren* (strenger Ansatz (Pixel für Pixel) und Ankerpunktmethode) auf das resultierende Orthophoto. Für die Ankerpunktmethode ist dabei die Maschenweite der Ankerpunkte wie folgt zu variieren: 10m bzw. 50m (sonstige Einstellungen: DGM, Orthophotoauflösung **0.25m**, bilineare Interpolation). Wie wirken sich die unterschiedlichen Einstellungen auf die geometrische Genauigkeit des Orthophotos aus? Bestimmen Sie dazu die resultierenden Geländekoordinaten (Horizontalkoordinaten X,Y) durch Messung individueller Punkte im



Orthophoto (mindestens 2 Punkte, z.B. Passpunkt(e) und natürliche, deutlich definierbare Punkte). Interpretieren Sie diese X-, Y-Koordinatenabweichungen? Vergleichen Sie die Koordinaten der Punkte mit dem Ergebnis aus Fall 0. Wie groß ist der Einfluss des Ankerpunktabstands auf das Resultat?

- Fall D: *Entzerrung auf eine Geländeebene*. Für die zugrunde gelegte Geländeebene sind folgende verschiedene Bezugshöhen zu wählen:
  - Geländeebene in Höhe der mittleren Geländehöhe (Orthophotobereich).
  - Geländeebene  $\pm 50\text{m}$  über/unter mittlerer Geländehöhe (Orthophotobereich).Sonstige Einstellungen: Orthophotoauflösung **0.25m**, bilineare Interpolation. Wie im Fall C ist die geometrische Genauigkeit des Orthophotos zu analysieren. Bestimmen Sie dazu die resultierenden Geländekoordinaten (Horizontalkoordinate) durch Messung individueller Punkte im Orthophoto (mindestens 2 Punkte, z.B. Passpunkt(e) oder natürliche, deutlich definierbare Punkte). Interpretieren Sie diese X-,Y-Koordinatenabweichungen? Vergleichen Sie die Koordinaten der Punkte mit dem Ergebnis aus Fall 0.
- *Fall E (optional): Vergleich zweier Orthophotogenerierungen aus benachbarten, überlappenden Bildern im **Überlappungsbereich**. Es sollen zwei identische Gebiete (möglichst mit dichter Bebauung) im Überlappungsbereich von zwei Bildern ausgewählt werden. Von beiden ist mit den identischen Prozessierungsparametern jeweils ein Orthophoto (klassische Pixel-für-Pixel Methode) zu rechnen. Untersuchen sie die beiden Bilder und resultierenden Orthophotos auf Unterschiede (z.B. Umklappungseffekte und Verzerrungen).*

#### Allgemeine Anmerkungen zur Übung:

- Alle Ergebnisse sind an Hand geeigneter kleiner Bildausschnitte aus den resultierenden Orthophotos in der Ausarbeitung zu dokumentieren und kommentieren. Bitte beachten Sie, dass die Bildausschnitte so zu wählen sind, dass in der ausgedruckten Ausarbeitung die Effekte der unterschiedlichen Parameter bei der Prozessierung **deutlich** zu erkennen sind! Darüber hinaus sind - wie oben jeweils bemerkt - die berechneten Orthophotokoordinaten signifikanter Punkte aus den verschiedenen Prozessierungen zu vergleichen.
- Die Abgabe einer schriftlichen Ausarbeitung pro Übungsgruppe ist ausreichend. Jede Gruppe führt die Berechnungen mit einem der bereits in Übung 1 verwendeten DMC-Bilder durch. Nur für den optionalen Fall E ist das Orthophoto aus den beiden zwei benachbarten DMC-Bildern zu berechnen und zu vergleichen.
- Alle Ergebnisse vollständig zu dokumentieren und zu kommentieren. Die Abgabe soll digital in einem (!! ) PDF-Dokument (hochladen über ILIAS) erfolgen.

Abgabe: <b>Freitag, 7. Februar 2020</b>
---