

Zürich Oberland, Oberes Tösstal

Technischer Bericht Photogrammetrie Bildflug, Aerotriangulation, Orthofoto 2007

1. Auftrag

Auftraggeber für die Erstellung der Orthofotos:

Amt für Raumordnung und
Vermessung, Abt. Vermessung
Stampfenbachstrasse 12
8090 Zürich

Die Offertanfrage erfolgte am 13. März 2006, der Zuschlag am 9.8.2006

2. Grundlagen

2.1 Vermessungsflug

Die Luftaufnahmen erfolgten am 6. und 10 April 2007 bei sehr guten Bedingungen.

Die Daten des Bildfluges sind:

- RC-30 / Objektiv 30 cm, Flugzeug Pilatus Porter
- 16 Linien, 321 Bilder
- Farb-Diapositive (Film Kodak 2472)
- Bildmassstab 1:8000

Flugplan:

Bildflug Zürich Oberland 2007
Flughöhen: 10'000 - 11'200ft
Flugtermin: ab 19.03.2007

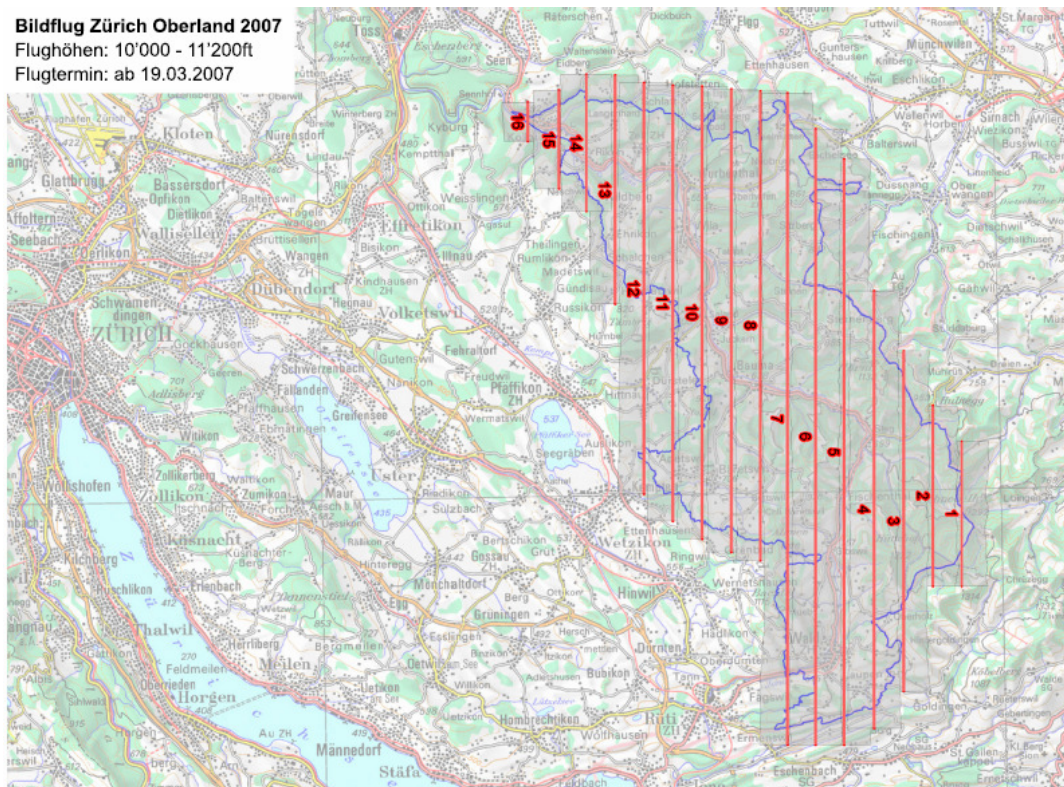


Abbildung 1: Flugplan Zürich Oberland (Flugdatum 6. und 10. April 2007)

Die Linie 2 wurde 2 mal befliegen, da einige störende Quellwolken beim ersten Flug vorhanden waren. Verarbeitet wurden nur die (nahezu) wolkenfreien Bilder, in der Dokumentation ist die doppelt geflogene Linie als Linie 22 bezeichnet (Luftbildindex, Originalbilder)

2.2 Passpunktsignalisation

Die Passpunkte wurden vor dem Flug durch das ARV signalisiert. Die Auswahl der Fixpunkte erfolgte nach Absprache mit Photogrammetrie Perrinjaquet AG. Die Feldarbeit wurde sehr gewissenhaft ausgeführt, sämtliche Punkte konnten in den Folgearbeiten (Aerotriangulation) einwandfrei identifiziert werden. Zwischen der Feldarbeit und dem Flug lag nur eine kurze Zeitspanne, wir konnten von den guten Wetterbedingungen im Frühjahr profitieren.

2.3 Scanner der Bilder

Die Bilder wurden am eigenen Rollbildscanner RM3a gescannt. Die Scanauflösung betrug 16 μ (entspricht einer Bodenauflösung von ca. 10 cm), um optimale Resultate in der Aerotriangulation als auch der Orthofotoherstellung zu erhalten.

3. Berechnungen

3.1 Aerotriangulation

Die Aerotriangulation wurde am digitalen System KLT durchgeführt. Zur Kontrolle und Beurteilung der Schlussresultate wurden die Messungen abschliessend im System ORIMA eingelesen und beurteilt.

Verwendete Grundlagen : Luftbilder (Scans mit 16 μ m), Daten der am Boden gemessenen Kontrollpunkte und das Kalibrierungsprotokoll der verwendeten Kamera (RC30 / 30 cm).

Elemente der Flugplanung:

16 Fluglinien, 321 Bilder trianguliert

Längsüberdeckung im Mittel 60 %, Querüberdeckung ca. 40-50 %

Nachfolgend einzelne Elemente des Berechnungsprotokolles der verwendeten Software LH-Systems, ORIMA, Version "CAP Combined Adjustment Program Rel. 5.01"

Statistische Werte:

Number of Control Points : 70

Number of Terrain Points : 2544

Number of Images : 321

Number of Cameras : 1

Number of Add. Observations : 221

Messung der Bildkoordinaten

Die Messungen am KLT-System wurden durch Herrn R. Mani vorgenommen.

Sie erfolgten als Kombination von automatischer Messung der Verknüpfungspunkte und manueller Kontrolle und Ergänzung.

In einem ersten Schritt wurden die Bilder einer Linie automatisch verknüpft. Dies wird vom System sehr zuverlässig durchgeführt. Die zur Verfügung gestellten Analysemittel erlauben, allfällige Probleme gut zu erkennen und einzugreifen, so dass für die nächsten Arbeitsschritte bereinigte Daten zur Verfügung stehen. Die Querverknüpfung der Linien sowie die Einlagerung in die Passpunkte erfolgt manuell. Durch die Analyse während der Berechnung wurden die fehlerhaften Punkte (Blunders) erkannt und (halb)automatisch gesichtet und eliminiert. Die letzten Bereinigungen und Analysen erfolgten im Programm ORIMA, dem Aerotriangulationsprogramm von LH-Systems. Mit diesem Programm haben wir unsere langjährige Erfahrung in der Beurteilung der Resultate.

Die Ueberbestimmung ist gut, die nachfolgenden Werte zeigen das Verhältnis der Anzahl Unbekannten und Messungen.

Total number of parameters : 9779
Total number of observations : 18931
Total redundancy : 9152

Genauigkeit apriori

Die Berechnung erfolgte mit dem Programm CAP als Bündelblockausgleich (ORIMA). Die apriori Stützpunkfehler wurden für die Vollpasspunkte mit 30 mm für X und Y und 50 mm für die Höhe angenommen. Der mittlere Gewichtseinheitsfehler (σ_0) wurde mit 7.0 μm eingesetzt.

Erreichte Genauigkeit

Der mittlere Gewichtseinheitsfehler liegt nach der Ausgleichung im Bereich der Erwartung:

$$\delta_0 = 7.4 \mu\text{m}.$$

Auszug Orima: RMS von Passpunkten und Terrainpunkten (Verknüpfungspunkten)

Signalisierte Passpunkte:

Maximum changes at control points:

X: 0.0579 at Point ID.: 1092_838.0
Y: -0.0481 at Point ID.: 1093_436.0
Z: -0.0447 at Point ID.: 1093_258.0

RMS of changes at control points:

X: 0.018
Y: 0.015
Z: 0.013

Terrainpunkte (Verknüpfungspunkte)

RMS Terrainpunkte (Verknüpfungspunkte)

X: 0.063 Y: 0.053 Z: 0.230

In der Beurteilung der mF der Terrainpunkte muss berücksichtigt werden, dass im statistischen Wert die sehr schlecht bestimmten Randpunkte mit nur 2 Beobachtungen sich bemerkbar machen. Ein normaler Terrainpunkt mit 3-5 Beobachtungen hat einen mittleren Fehler, der wesentlich tiefer ist (3-4 cm in X und Y)

Bemerkungen zur Aerotriangulation

Eine Beurteilung der Gesamtberechnung zeigt keine Spannungen im Netz. Die Resultate sind gesichert und entsprechen den Erwartungen. Mit den Bildern können zuverlässige Auswertungen mit hoher Genauigkeit vorgenommen werden

3.2 Orthofotoerstellung

Für das Ziel, Orthofotos mit Pixelgrösse 25 cm herzustellen, ist nach unseren langjährigen Erfahrungen ein Bildmassstab 1:8000 ein optimaler Bildmassstab.

Da das Terrain nicht einfach ist, wurde eine grosse Querüberlappung gewählt. Zusammen mit der langbrennweitigen Optik (RC-30 mit 30 cm Objektiv) sind so gute Voraussetzungen für ein Orthofoto mit wenig Verzerrungen gegeben.

In einer ersten, automatischen durchgeführten Berechnung wurde ein Arbeitsorthofoto erstellt mit den reinen Lidardaten als Höhenmodell. Diese Daten sind bei uns für Orthofotoberechnungen mit dieser Pixelgrösse mässig beliebt. Durch die Tatsache, dass keine Bruchkanteninformationen vorhanden sind und sämtliche Kunstbauten (Brücken) aus dem Datenbestand der Lidardaten gelöscht wurden, sind überall unschöne Effekte im Orthofoto ersichtlich.

Für das definitive Produkt Orthofoto wurde das kritische Terrain und damit auch sämtliche Kunstbauten mittels Stereokartierung erfasst und ausmodelliert. Mit diesem Höhenmodell und

Photogrammetrie Perrinjaquet AG 3073 Gümüngen

der entsprechenden Ueberarbeitung durch unsere Spezialisten entstand ein Orthofoto, das den heute üblichen Qualitätsansprüchen gerecht wird.

Zur Auslieferung gelangte ein Datensatz mit 20 cm Pixelauflösung und auch eine Version mit 50 und 1m Pixelgrösse.

4. Datenlieferung

Die Daten gemäss Ausschreibung wurden dem Auftraggeber auf mobiler HD und DVD (Berechnungen, Bericht) übergeben, zusammen mit den Originaldiapositiven und dem Technischen Bericht.

Gümüngen, 25.7.2007

Marcel Perrinjaquet