



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Raumentwicklung
Geoinformation

GIS-Produkte

Merkblatt zur Nutzung des Orthofotos des Kantons Zürich aus Luftbildern, die ab 2020 erstellt wurden

9. März 2021



Inhalt

1. Einleitung	3
2. Eckwerte des Projekts	3
3. Datenbezug DOP20	4
4. Erhöhte Auflösung im DOP 20	4
5. Bildauflösung versus Lagegenauigkeit	5
6. Hohe Interpretations- und Lagegenauigkeit der Bodenbedeckung	6
7. Grenzen der Lagegenauigkeit	8
8. Regeln für die Digitalisierung ab dem Orthofoto DOP20	10

1. Einleitung

Mit dem Produkt DOP20 (Orthofoto 2020) bietet der Kanton wiederum ein hochwertiges und weiter verbessertes Orthofoto an. Durch die Erhöhung der Auflösung von 10cm auf 5cm GSD (Pixelgrösse in Natura) wurde die Erkennbarkeit der Objekte weiter gesteigert. Erstmals wurden in der Schweiz Bilddaten dieser hohen Auflösung über eine so grosse Fläche erstellt. Die bisherigen Erfahrungen aus den vielfältigen Anwendungen lassen erwarten, dass die Steigerung der Bildauflösung für die Planungs- und Ingenieurarbeiten der Gemeinden und des Kantons eine noch stärkere Unterstützung sein wird.

Der Einsatz der modernsten Sensortechnik ermöglichte es, die Luftbilder in relativ kurzer Zeit mit der hohen Auflösung aufzunehmen und daraus innerhalb weniger Monate das Orthofoto herzustellen. Die grosse Herausforderung der Bildfliegerei war wie immer, genügend wolkenlose und dunstfreie Tage zu haben und diese im stark frequentierten Luftraum nutzen zu können.

2. Eckwerte des Projekts

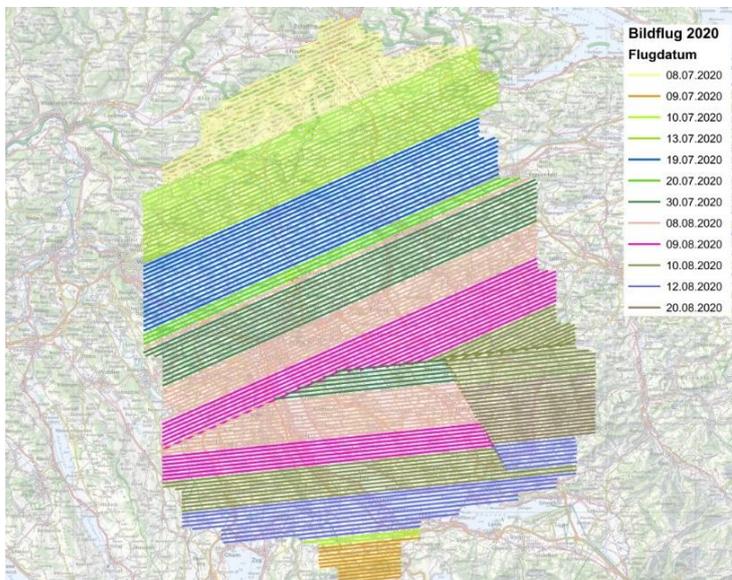


Abbildung 1: Fluglinien DOP20

Anzahl Fluglinien	184
Gesamtlänge Fluglinien	5'150 km
Anzahl Luftbilder	26'434
Datenmenge der Luftbilder	56 TB
Anzahl Flugtage	12
Bildflugzeit	34 Std

3. Datenbezug DOP20

Die Daten des Orthofotos sind als Open Government Data (OGD) frei verfügbar und können direkt im GIS-Browser heruntergeladen werden. Mehr Informationen zum Datenbezug sind hier zu finden:

<https://www.zh.ch/de/planen-bauen/geoinformation/geodaten/geodatenshop/kostenlose-geodaten-beziehen.html>

4. Erhöhte Auflösung im DOP 20

Gegenüber den bisherigen Orthofotos wurde die geometrische Auflösung von 10cm auf 5cm verdoppelt. Dadurch werden im Bild deutlich mehr Details sichtbar.

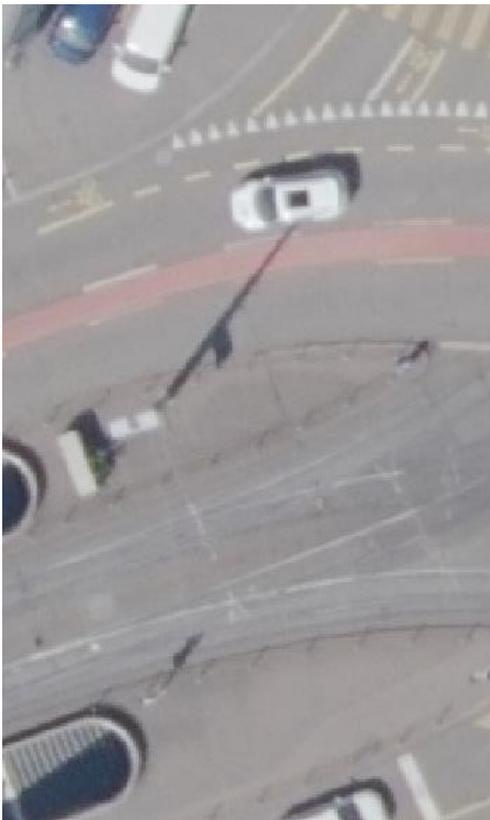


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Orthofoto DOP18 mit 10cm GSD

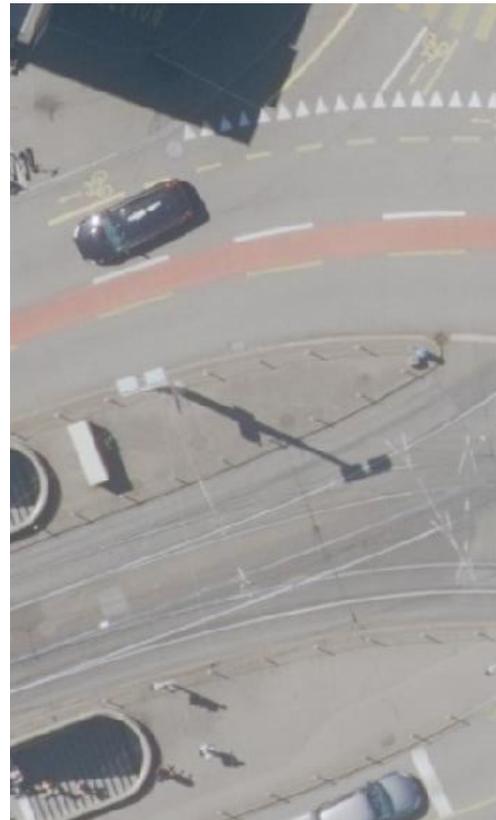


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Orthofoto DOP20 mit 5cm GSD

5. Bildauflösung versus Lagegenauigkeit

Das ursprüngliche Luftbild ist aufgrund der Zentralprojektion geometrisch so verzerrt, dass aus ihm keine Distanzen und Flächen herausgemessen werden können. Es wird mit Hilfe eines Geländemodelles in ein Orthofoto umgerechnet. Damit liegen die Bildpunkte lagerichtig im Koordinatensystem und können wie ein Plan ausgemessen werden. Die Genauigkeit der Entzerrung, also die *Lagegenauigkeit* des Orthofotos ist wesentlich abhängig von der Qualität des zur Berechnung verwendeten Geländemodelles. Je höher die Auflösung im Luftbild ist, desto klarer kann ein Objekt identifiziert werden, desto höher ist also die *Interpretationsgenauigkeit*.

Allenfalls vorhandene Ungenauigkeiten im Geländemodell wirken sich direkt auf die Lagegenauigkeit des Orthofotos aus. Objekte wie z.B. Dachflächen und Treppen sind im Geländemodell nicht enthalten und werden daher im Orthofoto nicht lagerichtig dargestellt.

Damit kann lokal ein Widerspruch zwischen der Interpretationsgenauigkeit und der Lagegenauigkeit entstehen (jede Treppenstufe kann zwar im Bild genau erkannt werden, ihre Lage im Koordinatensystem ist jedoch ungenau).

Diesen Sachverhalt zeigen die nachfolgenden Abbildungen. Im Orthofoto mit GSD 5cm (Abbildung 4) können zwar die einzelnen Treppenstufen besser erkannt werden als im Orthofoto mit GSD 10cm (Abbildung 5), die geometrische Lage ist jedoch in beiden Produkten gleich ungenau, weil die Unterführung nicht im Geländemodell enthalten ist.

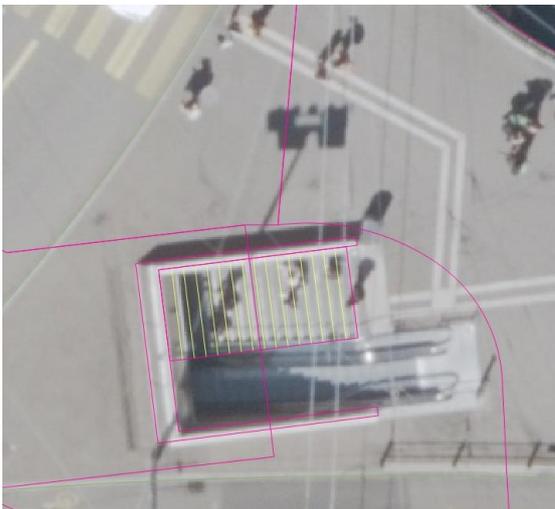


Abbildung 4: im Orthofoto mit 5cm GSD können die einzelnen Treppenstufen erkannt werden, ihre geometrische Lage ist aber nicht besser als im Orthofoto mit 10cm GSD, weil die Treppe im Geländemodell nicht enthalten ist.



Abbildung 5: im Orthofoto mit 10cm GSD können die einzelnen Treppenstufen nur unklar erkannt werden

6. Hohe Interpretations- und Lagegenauigkeit der Bodenbedeckung

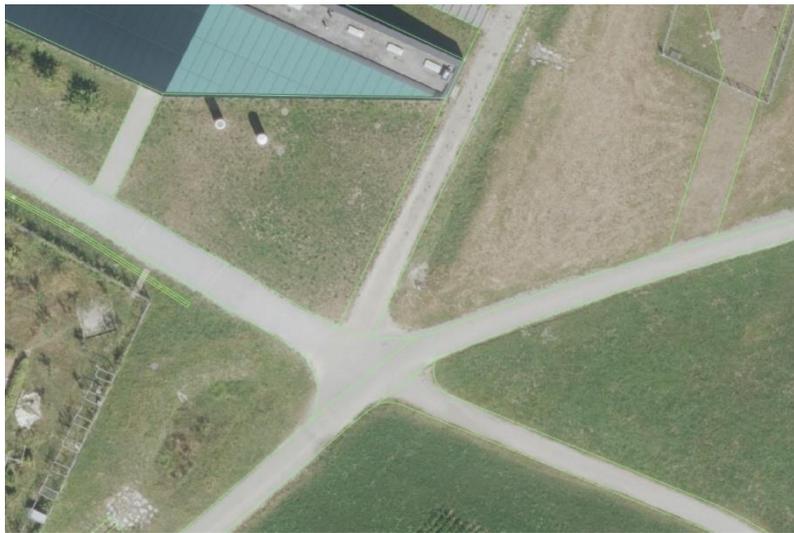


Abbildung 6: Die Bodenoberfläche wird im Orthofoto präzise abgebildet. Auf Grund unterschiedlicher Interpretation der Abgrenzungen und Vorgaben zur Linienfestlegung entspricht die Lage auch bei bodenebenen Objekten (z.B. Strassen) teilweise nicht dem Grenzverlauf oder der Darstellung der Linienelemente in der amtlichen Vermessung.



Abbildung 7: Brücken sind im Geländemodell nicht modelliert und würden daher nicht lagerichtig dargestellt. Im Orthofoto wurden sie jedoch einzeln korrigiert, so dass sie mit der Lagegenauigkeit des übrigen Orthofotos übereinstimmen.



Abbildung 8: Auch Brücken auf verschiedenen Ebenen wurden aufwändig korrigiert, so dass sie geometrisch korrekt abgebildet sind. Zur Veranschaulichung der Lagegenauigkeit wurden dem Bild die Daten der amtlichen Vermessung überlagert.



Abbildung 9: Ein Punkt auf der Bodenoberfläche (hier ein im Felde eingemessener Punkt), korrespondiert mit seiner Lage im Orthofoto bei 1-2 Pixel.

7. Grenzen der Lagegenauigkeit

Die erhöhte Bildauflösung hilft, Objekte wie Schächte und Strassenrisse und viele Elemente der Bodenbedeckung genauer erkennen zu können. Die Sichtbarkeit von Objekten ist überall dort unmöglich, wo höher gelegene Objekte unterliegende verdecken. In der nachfolgenden Abbildung ist dies der Weg, der entlang des Waldrandes führt. Weniger aufgrund der weiten Baumkronen, sondern vielmehr aufgrund der leichten Schrägsicht des Originalbildes, wird der Weg durch die schief abgebildeten Bäume verdeckt. Im Kanton Zürich sind alle Waldränder festgestellt. Daher wird das Orthofoto zu diesem Zweck nicht verwendet. Korrekturen an den Waldlinien erfolgen durch den Kreisforstmeister.



Abbildung 10: Aufgrund der leichten Schrägsicht im Originalbild ist die Strasse entlang des Waldrandes unsichtbar.

Denselben Effekt wie beim Waldrand, ergibt sich bei hohen Gebäuden. Aufgrund der Perspektive des Originalbildes verdecken hohe Gebäude einen Teil des Bodens. Diese Versetzung wird im Orthofoto nicht korrigiert. Daher können die Dachflächen nicht digitalisiert werden, ohne eine Ungenauigkeit in der Lage in Kauf zu nehmen. Dasselbe würde naturgemäss auch bei Brücken gelten, weil diese im Geländemodell nicht modelliert sind. Die Brücken wurden jedoch alle geometrisch korrigiert, so dass sie lagerichtig abgebildet sind.



Abbildung 11: Bei einem Kraftwerk gilt dieselbe Aussage wie bei einem Gebäude: Die Fahrbahn ist lagerichtig, obenliegende (Dächer) und untenliegende Teile (Pfeiler) werden nicht lagerichtig dargestellt

8. Regeln für die Digitalisierung ab dem Orthofoto DOP20

Zusammenfassend lassen sich folgende Faustregeln für die Digitalisierung ab Orthofotos formulieren:

- Alle Objekte, die auf dem Boden aufliegen (z.B. Strassen, Wege, Markierungen, Schächte), lassen sich mit einer Präzision von 1-2 Pixeln digitalisieren ($\pm 5-10\text{cm}$). Wird das Orthofoto in der Amtlichen Vermessung eingesetzt, dann dürfen nur nicht exakt definierte Punkte digitalisiert werden.
- Die Brücken sind zwar im Geländemodell nicht enthalten und würden demnach nicht lagerichtig abgebildet, wurden aber manuell korrigiert und sind damit lagerichtig.
- Dachflächen sind nicht Teil des Geländemodelles. Deshalb sind Dächer nicht lagerichtig abgebildet. Aufgrund der Schrägsicht im Originalbild, können Dächer den nahen, unterliegenden Boden verdecken.
- Treppen in Unterführungen sind nicht Teil des Geländemodelles und werden daher nicht lagerichtig abgebildet.
- Bäume sind im Geländemodell nicht enthalten und deren Lage wird daher im Orthofoto nicht korrekt abgebildet. Dies ist bei der Digitalisierung von Baumwipfeln entsprechend zu berücksichtigen (bei Anwendungen ausserhalb der AV).