



Nutzerinformation für Digitale Orthophotos in der Qualitätsstufe TrueDOP

Stand: 12/2021

Mit dem Bildflugjahr 2020 hat die Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW, die Bereitstellung der (klassischen) Digitalen Orthophotos in die Qualitätsstufe TrueDOP überführt und folgt somit dem neuen Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Orthophotos der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).

Digitale Orthophotos (DOP) sind hochauflösende, verzerrungsfreie und maßstabgetreue Rasterdaten photographischer Abbildungen der Erdoberfläche. Die Ableitung Digitaler Orthophotos erfolgt allgemein aus orientierten Luftbildern und einem Digitalen Höhenmodell (DHM). Als Geobasisdaten mit vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten kommt ihnen insbesondere als Planungsgrundlage und für Aktualisierungs- und Monitoringprozesse kommunaler und landeseigener Geodatenbestände eine herausragende Bedeutung zu.

Aufgrund der zentralperspektivischen Abbildung erfahren aufragende Objekte einen radialen Lageversatz, der mit zunehmendem Abstand vom Nadir (dem Zenit gegenüberliegende Fußpunkt) größer wird. Dies führt zu Umklappeffekten (Verkippen) von Gebäuden oder Bäumen, die hinter ihnen liegende Bereiche verdecken (siehe Abbildung 1). Diese perspektivische Verzerrung wird durch die Projektion auf ein digitales Höhenmodell rückgängig gemacht. Bei der Produktion klassischer Orthophotos wird hierzu ein Digitales Geländemodell (DGM) verwendet. Von diesem DGM nicht erfasste Objekte befinden sich jedoch weiterhin nicht am richtigen Ort.

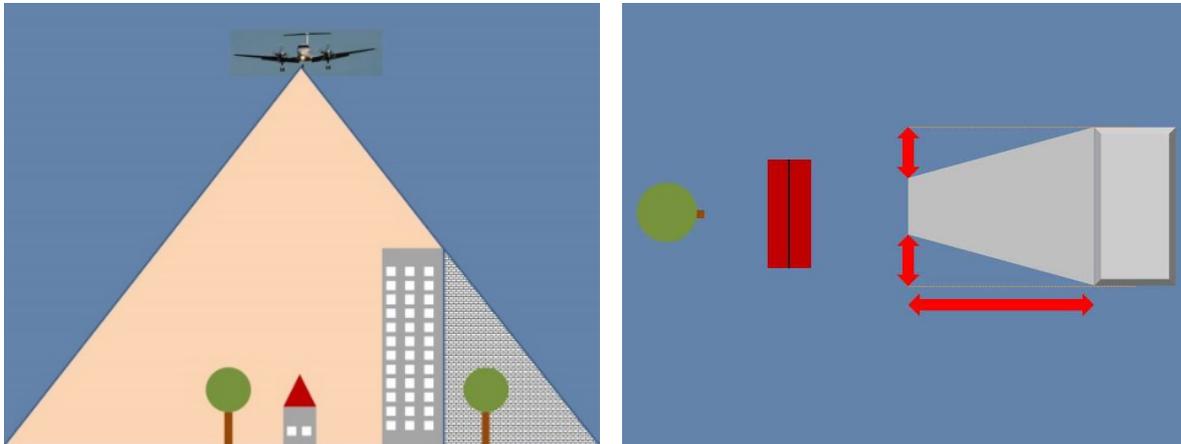


Abbildung 1: Umklappeffekte und Verdeckungen im klassischen Digitalen Orthophoto

Für die Prozessierung von Digitalen Orthophotos in der Qualitätsstufe TrueDOP wird ein aus dem aktuellen Bildmaterial durch Bildkorrelation abgeleitetes, hochaufgelöstes Digitales Oberflächenmodell (sog. bildbasiertes Digitales Oberflächenmodell, bDOM) als Entzerrungsfläche verwendet. Durch die Projektion auf das bDOM werden nun **alle** Objekte an ihren wahren Ort gerückt. Der Umklappeffekt wird aufgehoben und verdeckte Stellen werden aus benachbarten Bildern aufgefüllt.

Vorteile der TrueDOP-Prozessierung

Die Vorteile der neuen Qualitätsstufe TrueDOP liegen im Vergleich zu den klassischen Digitalen Orthophotos insbesondere in der genaueren Bildgeometrie.

Im klassischen DOP ist die Darstellung von Objekten oberhalb der Geländehöhe und der damit verbundene Umklappeffekt von deren Entfernung zum Aufnahmezentrum abhängig. Variationen in den eingesetzten Digitalkameras und der damit verbundenen Aufnahmebereiche sowie die zugrundeliegenden Längs- und Querüberdeckungen führen zu einer zufälligen Verkippung der Objekte in den verschiedenen Jahrgängen (siehe Abbildung 2).



(a) DOP 2003, Geobasis NRW



(b) DOP 2010, Geobasis NRW



(c) DOP 2013, Geobasis NRW



(d) DOP 2016, Geobasis NRW



(e) DOP 2019, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW

Abbildung 2: Umklappeffekt (Verkipfung) bei Objekten aus verschiedenen Bildflugjahren im klassischen Digitalen Orthophoto (a-d) sowie Darstellung in der Qualitätsstufe TrueDOP (e). Beispiel: Köln, Mediapark



Durch die Verwendung eines bildbasierten Digitalen Oberflächenmodells aus dem aktuellen Bildmaterial als Entzerrungsfläche wird die perspektivische Verzerrung für alle Objekte aufgelöst. Die lagetreue Darstellung aller Objekte bietet eine konfliktfreie Darstellung der Inhalte der DOP mit weiteren georeferenzierten Fachdaten und verbessert die Digitalisiergenauigkeit von Objekten. Des Weiteren wird eine Optimierung von rasterbasierten Klassifikationsansätzen erreicht.

Die Umklappeffekte führen bei klassischen DOP außerdem zur Verdeckung von Objekten im sichttoten Bereich. Im Rahmen der TrueDOP-Prozessierung werden diese Bereiche aus benachbarten Digitalen Luftbildern aus anderen Blickrichtungen aufgefüllt. Durch die Beseitigung sichttoter Bereiche folgt ein größerer Informationsgehalt gegenüber dem klassischen Digitalen Orthophoto, wie der Vergleich der Bilder aus den verschiedenen Jahrgängen in Abbildung 2 leicht zeigt.



Nachteile der TrueDOP-Prozessierung

Neben den erheblichen Vorteilen in Bezug auf die genauere Bildgeometrie weist die TrueDOP-Prozessierung im Vergleich zum klassischen Digitalen Orthophoto überwiegend in der Bildqualität einzelne Nachteile auf.

Um unseren Nutzern ein besseres Verständnis für das Produkt „Digitale Orthophotos“ in der Qualitätsstufe TrueDOP zu ermöglichen, werden im Folgenden einzelne Effekte durch anschauliche Beispiele erläutert.

Bei Gewässerflächen und monotonen sowie repetitiven Strukturen wie Solarfeldern, Spargel- oder folienabgedeckten Erdbeerfeldern gelingt die automatische bildbasierte Ableitung des Digitalen Oberflächenmodells nicht immer fehlerfrei. Diese optischen Fehler können durch die Kamera selbst oder auch in der digitalen Prozessierung der Bilddaten entstehen und werden Artefakte genannt. So führen z. B. Höhenausreißer zu auffälligen Artefakten in den Digitalen Orthophotos (siehe Abbildung 3), die nur durch aufwändige, manuelle und interaktive Eingriffe beseitigt werden können. Die Nachbearbeitung von Gewässern und Feldern wird bei der Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW, seit dem Bildflug 2018 durchgeführt.

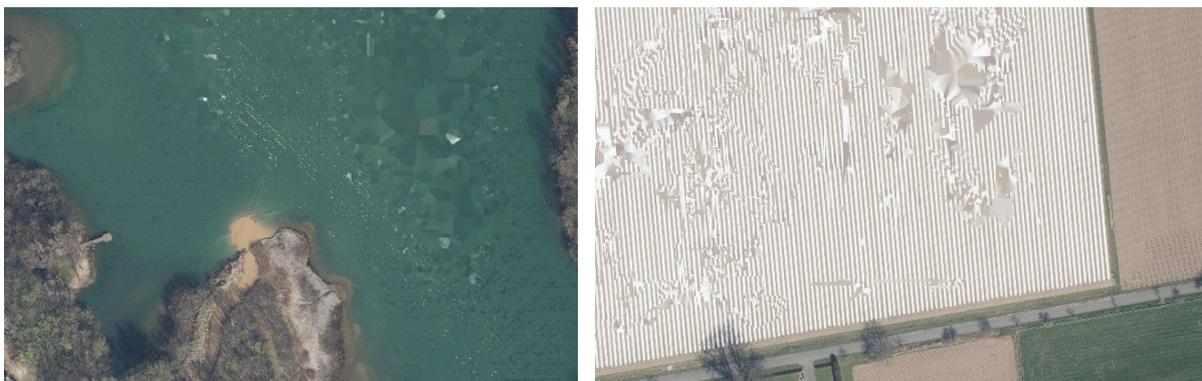


Abbildung 3: Artefakte bei monotonen und repetitiven Strukturen, Bsp.: Gewässerflächen (links) und Felder (rechts). DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW



Artefakte treten auch bei filigranen Objekten auf, wie z.B. Hochspannungsleitungen oder Strommasten, deren Struktur im Bereich der geometrischen Auflösung der zugrundeliegenden Luftbilder liegt (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Artefakte bei Objekten, deren Struktur im Bereich der geometrischen Auflösung der Luftbilder liegt, Bsp.: Hochspannungsleitung. DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW

Bei in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen ergibt sich der nicht vermeidbare Effekt „zerlegter Rotorblätter“ (siehe Abbildung 5).

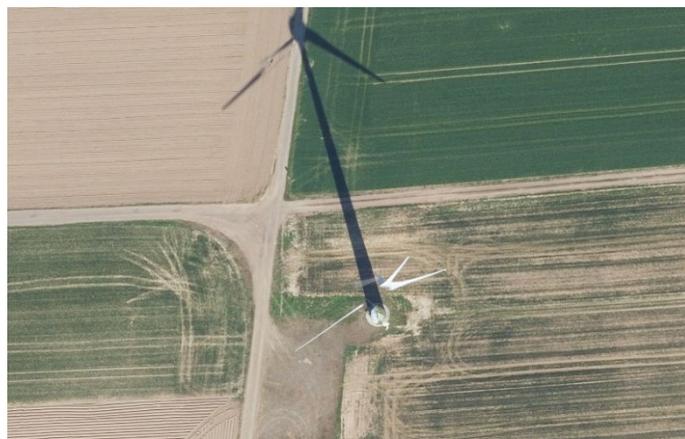


Abbildung 5: Artefakte bei bewegten Objekten, Bsp.: Windenergieanlage. DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW



Objekte, die sich zwischen den unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten bewegt haben, führen nicht selten zu sogenannten „Ghosting-Effekten“. Dabei erscheinen bewegte Objekte, insbesondere Fahrzeuge, im Digitalen Orthophoto an verschiedenen Orten (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Artefakte bei bewegten Objekten - „Ghosting-Effekt“. DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW



Auch die Darstellung von Gebäuden weist nicht selten Artefakte auf, die an ausgefranzten Gebäudekanten und -dächern, teilweise mit Farbabweichungen, zu erkennen sind (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7: Artefakte an Gebäudekanten. DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW

Der Bildkorrelationsprozess kann in Abhängigkeit der Lage des Objektes zum Nadirpunkt, der tatsächlichen Objekthöhen und der ggf. resultierenden sichttoten Räume sowie in radiometrisch kontrastarmen Bereichen, wie z. B. Schatten, an seine Grenzen stoßen. In dessen Folge kann es bei der automatischen Generierung des bildbasierten Oberflächenmodells zu verfälschten, streuenden Punkthöhen oder ggf. sogar Datenlücken kommen. Dadurch werden Dachkanten im bildbasierten Oberflächenmodell teilweise nicht als scharf abgegrenzter und geradliniger Höhengsprung abgebildet. Dieser Effekt in der bDOM-Punktwolke ist auch im TrueDOP sichtbar (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Artefakte an Dachkanten im bildbasierten Digitalen Oberflächenmodell (bDOM, links) und Digitalen Orthophoto (TrueDOP, rechts). DOP 2020, Qualitätsstufe TrueDOP, Geobasis NRW

Im Gegensatz zum bDOM verfügt das DGM über einen glatten, stetigen Verlauf, sodass der Effekt der Artefaktbildung im klassischen DOP nicht auftritt.

Artefakte an Gebäudekanten treten vor allem zwischen den Bildflugstreifen auf und nehmen mit zunehmendem Abstand von der Nadirrichtung zu. Dies ist der Grund, warum die Artefakte bei Bildflügen mit einer Querüberdeckung von 30 % (ländlicher Bereich) stärker ausgeprägt sind, als bei Bildflügen im urbanen Bereich mit einer überwiegenden Querüberdeckung von 60 %.

Mit dem Bildflug 2020 wurden neben Gewässern und Feldern erstmalig auch zahlreiche Gebäudekanten und -dächer manuell korrigiert. Eine interaktive Nachbearbeitung für die gesamte Landesfläche ist jedoch aufgrund des enormen personellen und zeitlichen Aufwands nicht realisierbar.

Für das Bildflugjahr 2021 wurde die Bildflugplanung aktiv angepasst, sodass wesentlich mehr urbane Gebiete in Nordrhein-Westfalen mit einer höheren Querüberdeckung von 60 % befliegen werden können. Für die Daten des Bildfluges 2021 wurde eine manuelle Bearbeitung aller Gebiete, die bei einer Längsüberdeckung von 80 % mit einer Querüberdeckung von 30 % überfliegen werden, getestet. Diese Tests führten



unter hohem Aufwand nur partiell zu Erfolgen. Gleichzeitig musste erkannt werden, dass gerade komplexe Dachstrukturen im bDOM unrichtig dargestellt wurden. Da die Anzahl und die Ausprägung der Artefakte bei einer höheren Querüberdeckung von 60 % signifikant abnehmen, kann hier auf eine Nachbearbeitung verzichtet werden. Gewässer und Felder werden weiterhin uneingeschränkt manuell korrigiert.

Die Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW, hat die Standards für den Bildflug 2022 erneut erhöht und wird nun mit einer einheitlichen Querüberdeckung von 60 % befliegen lassen.

Aufgrund dieser Anpassung und der ständigen Weiterentwicklung der zugrundeliegenden Software besteht die begründete Annahme, dass einzelne, zurzeit noch vorliegende Defizite in Zukunft sukzessive minimiert werden können.

Haben Sie Fragen? Wir helfen Ihnen gerne!

Telefon: +49(0)221-147- 4994

mailto: geobasis@brk.nrw.de