



**Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen
der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)**

Leitfaden zur Qualitätssicherung von bildbasierten Digitalen Oberflächenmodellen (bDOM) und True Orthophotos (TrueDOP)

Version 2.0

Status:

39. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2024/03

32. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2019/07

**Bearbeitet von der Projektgruppe ATKIS-DOP
im AdV-Arbeitskreis Geotopographie**

Bearbeitungsstand: 14.02.2024

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	3
2	Definition	3
3	Verwendete Standards	3
4	Qualitätsmerkmale.....	3
4.1	Vollständigkeit.....	3
4.2	Auflösung.....	3
4.3	Kantenschärfe.....	4
4.4	Radiometrie	4
4.5	Genauigkeit.....	4
5	Qualitätssicherung.....	4
5.1	Qualitätssicherung der Eingangsdaten.....	4
5.2	Qualitätssicherung bDOM/TrueDOP	5
6	Qualitätseinschränkungen – Detektion und Bearbeitung	6
6.1	Vorbemerkung	6
6.2	Empfehlungen.....	6
6.3	Ackerflächen	7
6.4	Ausreißer	10
6.5	Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung	12
6.6	Datenlücken im bDOM	16
6.7	Gebäudekanten/Dachflächen.....	18
6.8	Gewässerflächen	21
6.9	Hohe Objekte.....	25
6.10	Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen	29
6.11	Radiometrie, inhomogen	31
6.12	Reflexionen.....	33
6.13	Solaranlagen.....	35
6.14	Stromleitungen/-masten	37
6.15	Wald	40
6.16	Wolken, Wolkenschatten und Rauch.....	42

Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).

Das vorliegende Dokument ist unter der Federführung des AdV-Arbeitskreises Geotopographie von der Projektgruppe ATKIS-DOP erarbeitet worden. Es wurde vom Arbeitskreis Geotopographie mit Beschluss GT2019/07 eingeführt und mit Beschluss GT 2024/03 fortgeführt.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Leitfaden zur Qualitätssicherung von bildbasierten Digitalen Oberflächenmodellen (bDOM) und True Orthophotos (TrueDOP)

Stand: 14.02.2024
Version 2.0

1 Vorbemerkung

Für die Berechnung von bildbasierten Digitalen Oberflächenmodellen (bDOM) und der anschließenden Ableitung von Digitalen Orthophotos des amtlichen deutschen Vermessungswesens (ATKIS-DOP) mit dem Qualitätsstandard „TrueDOP“ gibt der vorliegende Leitfaden Empfehlungen zur Qualitätssicherung. Das bDOM wird mittels Dense Image Matching hergestellt.

2 Definition

Bildbasiertes Digitales Oberflächenmodell (bDOM)

Bildbasierte Digitale Oberflächenmodelle (bDOM) bilden die Erdoberfläche und die darauf befindlichen Objekte zum Zeitpunkt der Aufnahme der Luftbilder wie z.B. Vegetation und Gebäude ab. Aus der Korrelation orientierter Luftbilder (OLB) und der Modellierung der daraus resultierenden Punktwolken wird ein regelmäßiges Raster erzeugt. Verfahrensbedingt kann das bDOM Lücken und Ausreißer enthalten, die gegebenenfalls durch Interpolation aufgefüllt oder durch geeignete Methoden beseitigt werden.

Jedes Rasterelement kann zudem Attribute (z.B. Farbinformationen wie RGBI) besitzen.

In einem weiteren Attribut wird beschrieben, ob der Höhenwert eines Rasterelementes aus der Bildkorrelation berechnet wurde. Alle Punkte, die nicht über Bildkorrelation berechnet wurden, werden als synthetisch erzeugte Punkte gekennzeichnet.

True Orthophotos (TrueDOP)

True Orthophotos (TrueDOP) sind grundsätzlich von Verzerrungen und Umklappeffekten freie und maßstabsgetreue Rasterdaten photographischer Abbildungen der Erdoberfläche sowie der auf ihr befindlichen Objekte. Sie werden aus orientierten Luftbildern und einem daraus berechneten Oberflächenmodell abgeleitet und in unterschiedlichen Ausprägungen (Bodenauflösung, Auswahl von Spektralkanälen) als Mosaik bereitgestellt.

3 Verwendete Standards

- Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder des amtlichen deutschen Vermessungswesens (AK GT-Dokument [896Rx]) (im Folgenden: PQS DLB)
- Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Orthophotos (AK GT-Dokument [897Rx]) (im Folgenden: PQS DOP)
- Produkt- und Qualitätsstandard für bildbasierte Digitale Oberflächenmodelle, Version 2.0 (AK GT-Dokument [1558Rx]) (im Folgenden: PQS bDOM)

4 Qualitätsmerkmale

4.1 Vollständigkeit

bDOM und TrueDOP müssen das komplette Bearbeitungsgebiet abdecken. Datenlücken sind zu minimieren.

4.2 Auflösung

Die Auflösung des bDOM muss mindestens die Auflösung des TrueDOP besitzen. Die zugrunde liegenden Luftbilder müssen dem PQS DLB entsprechen und die gleiche oder eine bessere Auflösung aufweisen als das zu berechnende TrueDOP.

Bsp.: Für die Berechnung eines TrueDOP20 muss ein bDOM20 oder ein feiner aufgelöstes bDOM genutzt werden. Die Luftbilder sollen am tiefsten Geländepunkt eine Bodenauflösung ≤ 20 cm aufweisen.

4.3 Kantenschärfe

Je schärfer die Kanten im bDOM vorhanden sind, umso genauer werden die Kanten im TrueDOP dargestellt.

4.4 Radiometrie

Die zur Korrelation genutzten Luftbilder müssen sowohl in ihrer radiometrischen Auflösung als auch in ihrer spektralen Ausprägung die Ableitung der TrueDOP lt. dem PQS DOP erlauben.

4.5 Genauigkeit

Die Orientierung der zur Korrelation genutzten Luftbilder muss in Lage und Höhe eine Genauigkeit aufweisen, die die Ableitung der TrueDOP lt. dem PQS DOP erlauben.

Sowohl die absolute als auch die relative Lage- und Höhengenaugkeit des bDOM ist primär von der Qualität der Orientierung der benutzten Luftbilder abhängig. Orientierte Luftbilder müssen daher nach dem PQS DLB als Ergebnis einer Aerotriangulation hergestellt werden. Empfohlen wird die Genauigkeitsklasse LB4 ($1\sigma = 1$ -fache Bodenpixelgröße). Dabei ist zu beachten, dass die Höhengenaugkeit von den zugrundeliegenden Befliegungsparametern (z.B. Kamera, Längs- und Querüberdeckung) abhängig ist und mit dem 2-3fachen Wert der Lagegenauigkeit angenommen werden kann.

Die Genauigkeit des Einzelpunktes ist außerdem von der Anzahl der zur Berechnung genutzten Bildpaare abhängig. Je mehr Bildpaare zur Berechnung des Einzelpunktes benutzt wurden, umso besser ist er kontrolliert.

Die Genauigkeit des bDOM hat direkte Auswirkungen auf die Zuordnung der Farbwerte und damit auf die Qualität des TrueDOP.

5 Qualitätssicherung

5.1 Qualitätssicherung der Eingangsdaten

5.1.1 Bildflugplanung

Die Bildflugplanung ist so durchzuführen, dass sichttote Räume möglichst minimiert werden. Es wird empfohlen eine Längsüberdeckung von mindestens 80 % einzuhalten und eine Querüberdeckung in Abhängigkeit von Objekthöhen zu wählen, aber 50 % nicht zu unterschreiten.

Die Querüberdeckung im ländlichen Gebiet sollte so gewählt werden, dass Objekte im Mittelbereich der Querüberlappung keinen Umklappeffekt erzeugen, bei dem bei einem 6 m hohen Objekt mehr als 2 m Bildbereich verdeckt werden.

Für urbanes Gebiet wird eine Querüberdeckung von mindestens 60 % empfohlen. Sie soll gewährleisten, dass Objekte im Mittelbereich der Querüberlappung keinen Umklappeffekt erzeugen, bei dem bei einem 10 m hohen Objekt mehr als 2 m Bildbereich verdeckt werden.

Flugunterbrechungen in einem Bearbeitungsgebiet sind zu vermeiden, da die veränderte Vegetation und unterschiedliche Sonnenstände (Schatten) zu Problemen bei der Bildkorrelation führen können. Bei nicht vermeidbaren Flugunterbrechungen sollte der Nachflug so durchgeführt werden, dass bDOM- und TrueDOP-Kacheln vollständig aus Luftbildern, die zeitlich unmittelbar zusammenhängend befliegen wurden, berechnet werden können.

5.1.2 Radiometrische Qualität der Luftbilder

Im Vorfeld der bDOM-Berechnung ist die Einhaltung der Anforderung an die Radiometrie, wie sie im PQS DLB formuliert ist, zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Der Bildverband sollte radiometrisch homogen vorliegen, da die Radiometrie des bDOM und der TrueDOP direkt aus den Luftbildern übernommen wird.

5.1.3 Orientierung der Luftbilder

Es ist zu überprüfen, ob die Orientierung der zur Korrelation genutzten Luftbilder die erforderliche Lage- und Höhengenaugkeit aufweisen.

5.2 Qualitätssicherung bDOM/TrueDOP

Grundsätzlich ist zur Qualitätssicherung des bDOM und der TrueDOP der PQS bDOM bzw. PQS DOP einzuhalten.

5.2.1 Vollständigkeit, Datenlücken

Das Bearbeitungsgebiet ist auf Vollzähligkeit der Kacheln zu prüfen.

Die Anzahl der Punkte in den Kacheln ist gemäß der verwendeten Auflösung zu überprüfen. Datenlücken können durch fehlerhafte Korrelation entstehen. Diese Lücken sollten automatisch durch Interpolation oder durch manuelles Bearbeiten aufgefüllt werden.

Datenlücken kommen vermehrt vor in:

- Flächen mit einheitlicher/wiederkehrender Struktur, z.B. Gewässer, Felder, Schatten, Wälder usw.
- Bereichen, die in zu wenig Bildpaaren durch ein zu geringes Überdeckungsverhältnis der Luftbilder sichtbar sind, z.B. Straßenschluchten, Innenhöfe

Analysertools können zur Detektion von Datenlücken dienen (siehe Punkt 6).

Die Vollständigkeit der gewünschten Spektralkanäle, z.B. 4 Farbkanäle (RGBI), sollte stichprobenartig überprüft werden.

5.2.2 Kantenschärfe

Die Überprüfung der Kantenschärfe kann visuell im TrueDOP erfolgen. Bildfehler bei Kanten und Höhensprüngen sind Anzeichen für ungenügende Kantenschärfe im bDOM. Eine manuelle Nachbearbeitung des bDOM erscheint zwar notwendig, ist jedoch wegen des Zeitaufwands nicht zu empfehlen.

5.2.3 Genauigkeit

Für die Überprüfung der Genauigkeit eignen sich terrestrisch bestimmte Kontrollpunkte, wie z.B. Kanaldeckel, Dachflächen und Sportplätze. Um eine unabhängige Kontrolle zu gewährleisten, sollten diese Punkte nicht in der Aerotriangulation als Passpunkte verwendet worden sein. Die Verteilung der Kontrollpunkte ist im PQS bDOM bzw. PQS DOP definiert.

Für die Überprüfung der Höhengenaugkeit des bDOM können Höhendifferenzen an den Kontrollpunkten berechnet werden.

Im Gegensatz zur Höhengenaugkeit kann die Lagegenauigkeit optisch im TrueDOP kontrolliert werden. Für eine erste Überprüfung eignen sich bereits Gebäudegrundrisse aus dem Liegenschaftskataster.

Ein Lage- und Höhenversatz kann zwischen Kacheln sowohl unterschiedlicher Aerotriangulationsprojekte als auch unterschiedlicher Berechnungsblöcke entstehen. Der Versatz kann durch visuelle Prüfung des TrueDOP an den Kachelübergängen festgestellt werden. Überschreitet der Versatz das Doppelte der Bodenauflösung, sollte eine Überprüfung der Ausgangsdaten erfolgen.

5.2.4 Ausreißer

Ausreißer treten vermehrt in Bereichen mit schlechter Korrelation auf.

Die Anzahl der Ausreißer wird minimiert, wenn die einzelnen Punkte aus mehreren Bildpaaren berechnet werden.

Die Detektion von Ausreißern sollte automatisiert erfolgen, da eine manuelle Suche sehr zeitaufwendig ist. Zum Beispiel eignet sich im ebenen Gelände ein Histogramm der Höhenwerte für das Auffinden der Ausreißer.

5.2.5 Radiometrie

Die Radiometrie der Berechnungsblöcke sollte visuell auf Homogenität und offensichtliche Fehler überprüft werden.

5.2.6 Verwendung von Laserdaten

In nicht korrelierbaren Bereichen können Laserdaten zur Verbesserung des bDOM verwendet werden. Es ist der Aktualitäts- und Auflösungsunterschied zwischen Laser- und Bilddaten zu beachten.

5.2.7 Verwendung von Masken

In nicht korrelierbaren Bereichen können Masken (z.B. Gewässerumringe) zur Verbesserung des bDOM verwendet werden.

6 Qualitätseinschränkungen – Detektion und Bearbeitung

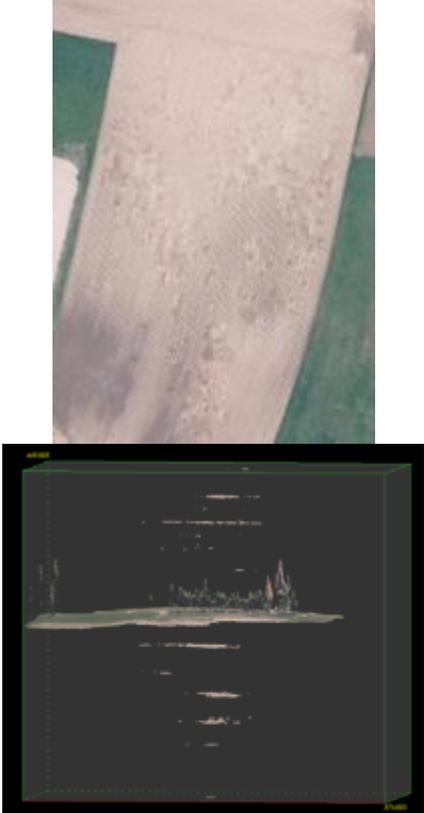
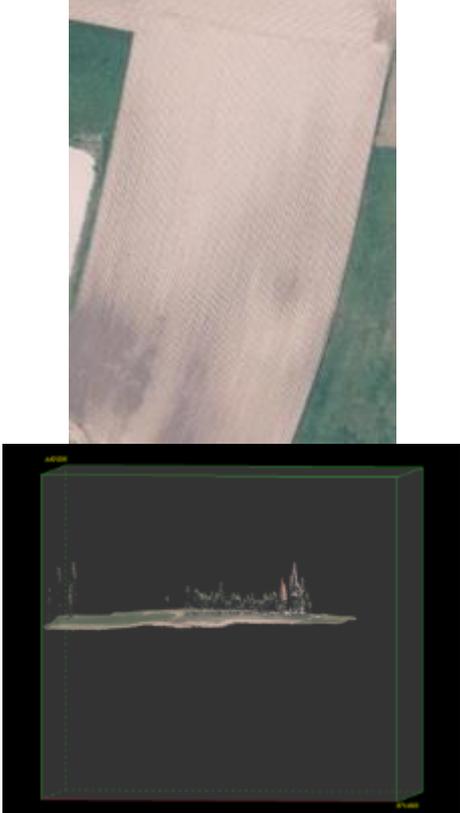
6.1 Vorbemerkung

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die derzeit bei der Herstellung von bDOM und TrueDOP bekannten wichtigsten Qualitätseinschränkungen in den Mitgliedsverwaltungen. Einschätzungen z.B. zur Häufigkeit oder zum Zeitaufwand sind daher individuell. Eine Vereinheitlichung ist sehr schwierig, da sie von zu vielen ländertypischen Faktoren (Topographie, Befliegungsparameter, Personal, Softwarebestand, parallele Arbeitsschritte u.a.) abhängt.

6.2 Empfehlungen

Für die Sicherung der Qualität wird empfohlen :

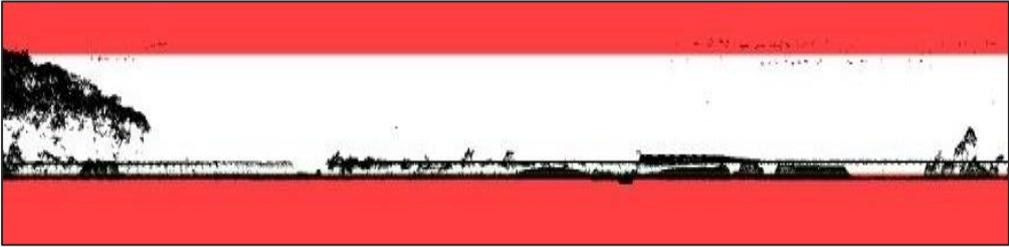
- Durchmusterung der TrueDOP in einem angemessenen Zoomfaktor / Maßstab
 - Je größer der Zoomfaktor gewählt wird, umso deutlicher werden Qualitätseinschränkungen sichtbar.
 - Der Zoomfaktor sollte für die Qualitätssicherung in einem Bearbeitungsgebiet gleichbleiben, damit eine einheitliche Qualitätsanalyse erfolgen kann.
- Stichprobenhafte Prüfung des bDOM
- Speicherung von Markierungen von Qualitätseinschränkungen und Korrekturdaten aus Vorjahren für deren Nutzung für spätere Befliegungsjahre

6.3 Ackerflächen						
Ursache: fehlerhaftes Matching in sich wiederholenden Strukturen (Ackerfurchen)						
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE	16 bit	20 cm	80/50	08.05.2018	Sure 2.3.1.41
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	abhängig von Befliegungsbedingungen bzw. Vegetationsstand, manchmal sehr selten, manchmal bis zu 8 % aller Kacheln betroffen					
Bearbeitung:	ja, sofern die Stellen gefunden werden					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auffinden der betroffenen Kacheln über Ausreißerskript mit Kontrolle der Seitenansichten (s. Beispiel Ausreißer) und über Sichtprüfung der TrueDOP zusammen mit der DistanceMask aus Sure 2. Bearbeitung der betroffenen Kacheln in DTMaster, Interpolation der fehlerhaften Punkte aus der Umgebungshöhe ("Reinterpolate") oder manuelles Verschieben der Höhe ("Move Z") 3. Ableitung des TrueDOP aus den korrigierten Kacheln mit Sure <p>Optimierungsbedarf in DTMaster:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zum Auffinden der betroffenen Stellen wird zusätzlich CloudCompare verwendet, da hier die Fehler leichter und zuverlässiger gefunden werden. • Die Lade- und Speicherzeiten einer Kachel verlangsamen den Korrekturprozess. • Die Reinterpolate-Funktion in DTMaster korrigiert nur Punkte mit ausreichend richtigen Punkten in der direkten Umgebung. Bei größeren Mängeln und am Kachelrand sind daher mehrere Iterationen und viel manuelles Verschieben der Punkte erforderlich. • Besonders aufwendig ist die Korrektur, wenn das Gelände nicht eben ist und/oder Objekte (Bäume, Gebäude) nahe der betroffenen Fläche sind, da nur ein rechteckiges Profil verwendet werden kann und dadurch die Auswahl der fehlerhaften Punkte erschwert wird. 					

Ackerflächen						
Ursache:	fehlerhaftes Matching in sich wiederholenden Strukturen (z.B. Ackerfurchen, Anbau unter Folie)					
Bundesland:	NW – Block 1404/23_T6					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	DMC III	8 bit	10 cm	80/60	02.03.2023	Sure 5.2.1
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM /TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	mittel					
Beschreibung des Workflows:						
	<p>Mit Sure wird ein erster Rechendurchlauf bis zum TrueDOP berechnet. Anschließend werden die TrueDOP in der Qualitätssicherung visuell auf Artefakte durchmustert. Für die Durchmusterung wird neben dem TrueDOP auch die DSM_Point_Color-Maske (linkes Bild) verwendet. In der DSM_Point_Color-Maske werden in der Korrelation problematische Gebiete schwarz angezeigt. In diesen Bereichen war keine Korrelation möglich.</p> <p>Die Gebiete werden mit einem Korrekturpolygon in QGIS markiert. Den Polygonen wird anschließend eine Höhe aus den aktuellen Laserdaten zugeordnet. Kacheln, in denen Korrekturpolygone liegen, werden danach mit dem moduledsm.exe und dem moduletrueortho.exe von Sure nachberechnet.</p> <p>Anmerkung: Das TrueDOP ist an dieser Stelle repariert, die Höhenunterschiede der Ackerfurchen oder des Folienanbaues werden im bDOM nicht mehr richtig abgebildet. Es entsteht hier im bDOM eine Ebene auf Höhe des Polygons. Die Korrekturpolygone werden zwecks Nachvollziehbarkeit der Qualitätssicherung gespeichert, aber nicht im Folgebildflug verwendet.</p>					

Ackerflächen						
Ursache:	fehlerhaftes Matching in sich wiederholenden Strukturen (Ackerfurchen)					
Bundesland:	SH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei einheitlicher Struktur oft in Nord-Süd- oder Ost-West-Richtung					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	zeitintensiv, Umringe erstellen					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden? Wie wird der Fehler bearbeitet? Welche Software wird eingesetzt? Wie hoch ist der manuelle Aufwand? Wo gibt es Optimierungsbedarf?			Einzelbildkontrolle Manuell, Umringe erstellen 2,5D Tool - Sure mittel –		

6.4 Ausreißer						
Ursache: schlechte Korrelation z.B. im Wald oder bei Reflexionen						
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE	16 bit	20 cm	80/50	27.04.2018	Sure 2.3.1.41
Fehler: im TrueDOP meist nicht sichtbar			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	mittel bis hoch, je nach Anzahl der betroffenen Kacheln					
Beschreibung des Workflows:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auffinden über Ausreißerskript: Jede Kachel einer Projektfläche wird automatisch geprüft und es wird eine Liste der DOM-Kacheln samt Seitenansichten (Blickrichtung: Süd nach Nord) ausgegeben, in denen potenzielle Höhenausreißer vermutet werden. Dazu werden zusätzlich pro Kachel minimale und maximale Höhe, Mittelwert, Standardabweichung, Median, das 1. und 99. Perzentil sowie die Punktzahl untersucht. Potenzielle Ausreißer oberhalb der Oberfläche werden über den Wert Maximum minus 99. Perzentil ermittelt. Ist dieser Wert größer als ein vereinbarter Schwellwert, wird in dieser Kachel ein potenzieller Ausreißer vermutet. Für potenzielle Ausreißer unterhalb des Geländes wird zunächst der Wert erstes Perzentil minus Minimum berechnet. Ist dieser Wert größer als ein vereinbarter Schwellwert und ist zudem gleichzeitig die Punktzahl in den untersten zwei Höhenmetern kleiner als ein vereinbarter Wert, wird in dieser Kachel ein potenzieller Ausreißer vermutet. 2. Prüfen der vom Ausreißerskript erzeugten Seitenansichten. 3. Prüfen betroffener Kacheln in CloudCompare 4. Bearbeitung der betroffenen Kacheln in DTMaster, Interpolation der fehlerhaften Punkte aus der Umgebungshöhe ("Reinterpolate") oder manuelles Verschieben der Höhe ("Move Z") 					

Ausreißer						
Ursache:	schlechte Korrelation, die nicht im TrueDOP sichtbar sind					
Bundesland:	NW - Block 1404/23_T6					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	DMC III	8 bit	10 cm	80/60	02.03.2023	Sure 5.2.1
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	meistens					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Für jede Kachel werden die statistischen Grundwerte (Maximum, Minimum, Durchschnitt, Varianz, Standardabweichung, oberes und unteres Perzentil, oberes und unteres Quartil und der Median der Höhenwerte) berechnet. Durch die Berechnung der Varianz und Standardabweichung können Ausreißer abhängig von der Streuung innerhalb der Kachel ermittelt werden. Des Weiteren wird eine vereinfachte Darstellung der Punktwolke als Seitenansicht der Kachel als jpg-Datei erzeugt. Perzentile und ggf. vorhandene/potentielle Ausreißer werden in der Seitenansicht farblich (rot) dargestellt.</p>					
	<p>Beispiel für Siedevuew:</p>  <p>Während der Qualitätssicherung werden zuerst die statistischen Grundwerte auf Plausibilität überprüft (Excel-Tabelle). Anschließend werden die Seitenansichten auf Ausreißer gesichtet. Werden Kacheln mit Ausreißern identifiziert, so werden diese im DTMaster manuell korrigiert. Punkte, die mit dem DTMaster korrigiert wurden, werden anschließend mit dem syntetic flag gekennzeichnet.</p>					

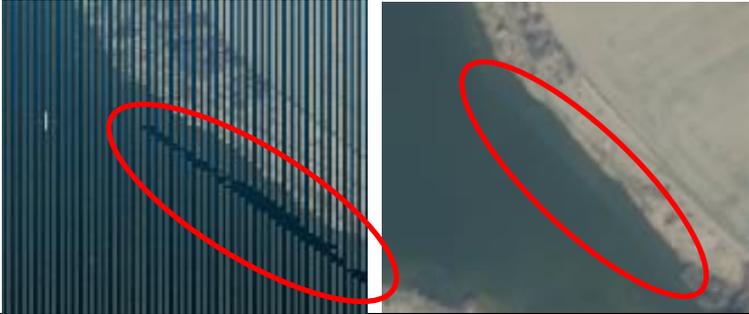
6.5 Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung						
Ursache:		Objekte befinden sich in mehreren Bildern an unterschiedlichen Positionen				
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	diverse	16 bit	20 cm	80/50	Sommer 2017	Sure 2.3.1.41
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
 <p>transparente Darstellung</p>						
 <p>Überlagerte Darstellung : Fahrzeuge sind nicht mehr als Einzelfahrzeuge erkennbar</p>						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	nein, derzeit kein Workflow zur Fehlerbeseitigung bekannt; Ab Sure-Version 5.0 werden bewegte Fahrzeuge grundsätzlich retuschiert, jedoch verbleiben manchmal „Ränder“ oder Schatten bestehen, siehe Beispiel „Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung“ NW – 1406/23_T345 .					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	-					

Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung						
Ursache:	Objekte befinden sich in mehreren Bildern an unterschiedlichen Positionen					
Bundesland:	NW – 1406/23_T345					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	8 bit	10 cm	80/60	05/2023	Sure 5.2.1
Fehler:						Fehler: nach der Bearbeitung
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	alle entsprechenden Objekte					
Bearbeitung:	nein, es ist keine Möglichkeit der Bearbeitung bekannt; Ab Sure-Version 5.0 werden bewegte Fahrzeuge grundsätzlich retuschiert, jedoch verbleiben manchmal „Ränder“ oder Schatten bestehen.					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	-					

Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung						
Ursache:	Objekte befinden sich in mehreren Bildern an unterschiedlichen Positionen					
Bundesland:	SH - bewegte Objekte auf Gewässern					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei allen sich bewegenden Objekten auf Gewässern					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	zeitintensiv, Umringe erstellen					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden? Wie wird der Fehler bearbeitet? Welche Software wird eingesetzt? Wie hoch ist der manuelle Aufwand? Wo gibt es Optimierungsbedarf?		Einzelbildkontrolle Manuell, Umringe erstellen 2,5D Tool - Sure mittel –			

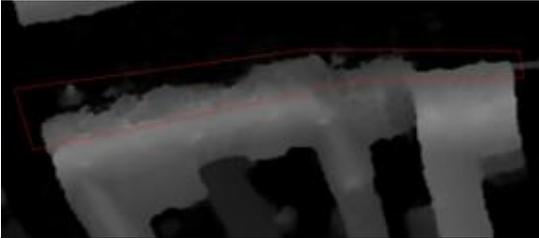
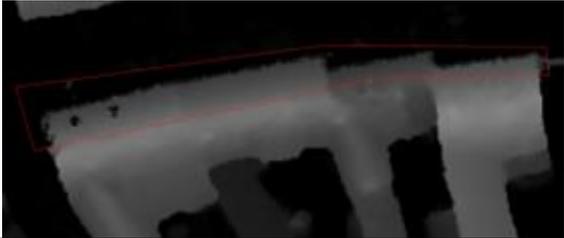
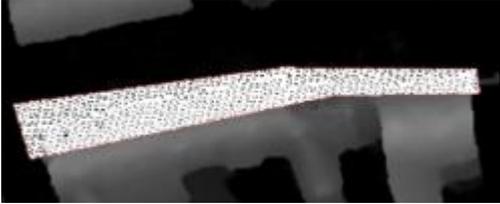
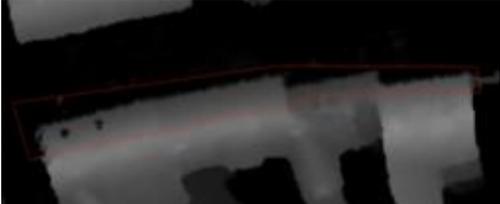
Bewegte Objekte; mehrfache und/oder transparente Darstellung						
Ursache:	Objekte befinden sich in mehreren Bildern an unterschiedlichen Positionen					
Bundesland:	TH – hohe bewegte Objekte					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 1	16 bit	18 cm	80/40	04/2018	Sure 2.3
Fehler:						Fehler: nach der Bearbeitung
 <p>Baukran</p>  <p>Windrad</p>						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	alle entsprechenden Objekte					
Bearbeitung:	nein, es ist keine Möglichkeit der Bearbeitung bekannt					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	-					

6.6 Datenlücken im bDOM						
Ursache:	fehlerhaftes Matching durch schlechte Korrelation z.B. bei homogenen Farben, Reflexionen und unterschiedliche Darstellungen in den einzelnen Luftbildern; vor allem in Gewässern, sichttoten Bereichen, Schatten, Ackerflächen					
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Ep	16 bit	20 cm	80/50	02.07.18	Sure 2.3.1.41
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	gering					
Beschreibung des Workflows:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verwendung der Interpolation in Sure 2. Verwendung von 3D-Gewässershapes für Stehgewässer (Interpolation in Sure) 3. Auffinden noch vorhandener Lücken durch Skript, das mit LasTools (lasinfo) die Punktzahl jeder Kachel (1 km², Gitterweite 20 cm) ermittelt und eine Liste aller Kacheln ungleich des Sollwerts von 25 Mio. Punkten ausgibt. 4. alternativ : erneute Ableitung der betroffenen Kacheln in Sure 					

Datenlücken im bDOM						
Ursache	fehlerhaftes Matching durch schlechte Korrelation z.B. bei homogenen Farben, Reflexionen und unterschiedliche Darstellungen in den einzelnen Luftbildern; vor allem in Gewässern, sichttoten Bereichen, Schatten, Ackerflächen					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2018	Sure 2.3.1.66
Fehler:						Fehler: nach der Bearbeitung
Punktwolke:	TrueDOP:					
						
Erkennbar in:	bDOM					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	<p>Zur Vermeidung oder Minimierung von Datenlücken wird im Vorfeld der Berechnung darauf geachtet, dass die Gewässerumringe optimal erfasst werden (siehe Workflow zu den Gewässerflächen).</p> <p>Weitere Möglichkeiten Datenlücken zu vermeiden :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpolationsradius kann erhöht werden (Einstellung bei Sure) oder • Leerwerte können mit gdal_fillnodata/QGIS „Leerwerte“ füllen' gefüllt und das bDOM sowie das TrueDOP über ModuleTrueOrtho.exe neu berechnet werden. 					

6.7 Gebäudekanten/Dachflächen						
Ursache:		ungenau Kanten u.a. wegen sichttoter Bereiche, Schatten, Auflösung				
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE	16 bit	20 cm	80/50	verschiedene, Sommer 2017 und 2018	Sure 2.3.1.41
Fehler:					Fehler: nach der Bearbeitung	
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr häufig, vor allem in dem Bereich, der am weitesten von den Nadirbereichen der Luftbilder entfernt ist					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	extrem hoch					
Beschreibung des Workflows:	Verbesserungsmöglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> • manuelle Nachbearbeitung mit DTMaster • Erhöhung der Querüberlappung 					

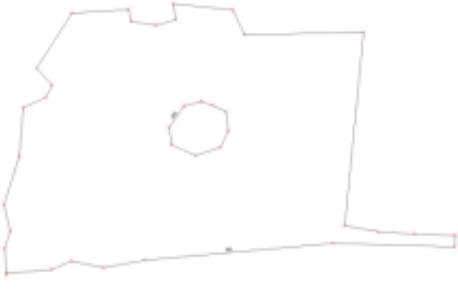
Gebäudekanten/Dachflächen						
Ursache: ungenaue Kanten u.a. wegen sichttoter Bereiche, Schatten, Auflösung						
Bundesland:	SH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	ja, nur bei extrem „zerstörten“ Gebäuden					
Zeitaufwand:	zeitintensiv, manueller Aufwand					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden?			Einzelbildkontrolle		
	Wie wird der Fehler bearbeitet?			manuell		
	Welche Software wird eingesetzt?			DTMaster		
	Wie hoch ist der manuelle Aufwand?			mittel		
	Wo gibt es Optimierungsbedarf?			-		

Gebäudekanten/Dachflächen						
Ursache: ungenaue Kanten u.a. wegen sichttoter Bereiche, Schatten, Auflösung						
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2018	Sure 2.3.1.66
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	häufig, vermehrt bei : <ul style="list-style-type: none"> - von der Sonne abgewandten Dachschrägen mit harten Schatten - lackierten / reflektierenden Dachziegeln - großen monotonen Dachflächen 					
Bearbeitung:	ja, wenn der Bildfehler auf ein fehlerhaftes DSM zurückzuführen ist					
Zeitaufwand:	sehr hoch					
Beschreibung des Workflows:	<ul style="list-style-type: none"> • Erstberechnung durch Sure • TrueDOP werden im QGIS manuell nach Bildfehlern durchmustert; resultiert der Fehler aus einem schlechten DSM wird der Fehler durch einen Shape-Umring markiert • mit Shape-Umring werden die Lidar-Daten (.laz) aus dem Rasterdatensystem (novaFactory) exportiert • durch eine FME-Workbench werden die fehlerhaften Höhendaten aus dem DSM herausgeschnitten, mit den Lidar-Daten (.laz) aufgefüllt und die Leerwerte durch Interpolation beseitigt; (Dauer: ca. 80 s pro 1x1 km² Kachel) 					
	  <ul style="list-style-type: none"> • Neuberechnung der TrueDOP mit ModuleTrueOrtho.exe (Dauer: ca. 4 min pro 1x1 km² Kachel) <p>Hinweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die manuelle Durchmusterung der TrueDOP ist sehr zeitintensiv. Die Qualität und Dauer der Durchmusterung hängen sehr von der Erfahrung der Mitarbeiter ab. Die Durchmusterung kann parallel zur Berechnung erfolgen, wenn das Gebiet in kleinere Projekte aufgeteilt wird. 2. Beachtung Aktualität Laserscanning/Bildflug 					

6.8 Gewässerflächen						
Ursache:	schlechte Korrelation durch homogene Farben, Reflexionen und unterschiedliche Darstellungen in den einzelnen Luftbildern					
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE	16 bit	20 cm	80/50	Sommer 2015	Sure 2.3.1.41
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr häufig					
Bearbeitung:	ja, ab einer Gewässergröße von ca. 700 m ² und bei Fließgewässern ab einer Breite von ca. 9 m					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>1. Beschaffung von genauen Uferlinien als Polygon: Dies erfolgt über ein Skript in QGIS, das mittels der radiometrischen Information aus den RGBI-Farbkanälen der Zwischenstufe des DOP Gewässer klassifiziert. Um Fehldetektionen zu minimieren, dienen als Grundlage die Gewässerpolygone aus ATKIS (z.B. Objektarten stehendes Gewässer und flächenhafte Fließgewässer, Mindestgröße 700 m², Fließgewässer ab einer Breite von ca. 9 m). Für jedes DOP-Pixel im Bereich dieser ATKIS-Polygone (Polygon + 10 m-Puffer) werden mittels NDWI und den Grauwerten des NIR-Kanals Gewässerpunkte klassifiziert. Da die zugrundeliegenden Grauwerte des Grün- und Infrarotkanals nicht radiometrisch kalibriert sind, müssen die optimalen Grenzwerte der Klassifizierung für jede Projektfläche und jeden Flugtag separat ermittelt werden. Hierfür werden vor der Klassifizierung ca. 10-15 typische Gewässerflächen digitalisiert, in denen die Medianwerte für NDWI und IR-Kanal bestimmt werden. Aus den gemittelten Medianwerten werden die geeigneten Schwellwerte abgeleitet. Das vektorisierte und anschließend geglättete Klassifizierungsergebnis umfasst die Uferlinien als Vektor-Polygone. Zusätzlich wird aus den ATKIS-Attributen für jedes Polygon die Information abgeleitet, ob es sich um ein Steh- oder ein Fließgewässer handelt.</p> <p>2. Manuelle Korrektur der Uferpolygone: Alle automatisch bestimmten Vektor-Polygone werden in QGIS manuell überprüft und ggf. korrigiert. Zu bearbeiten sind hierbei vor allem Bereiche, die fälschlicherweise als Gewässer identifiziert werden, z.B. in dunklen Schattenbereichen, bei Reflexionen oder an Brücken.</p> <p>3. Automatische Höhenkorrektur: Die automatische Höhenverbesserung innerhalb der Gewässerflächen erfolgt polygonweise mittels eines Skripts in QGIS, das auch LasTools verwendet. Da im Uferbereich die Höhenwerte des DOM erfahrungsgemäß noch relativ gering um den tatsächlichen Höhenwert der Gewässeroberfläche schwanken, wird der Medianwert aus allen Höhenwerten im Bereich bis zu 4 m Entfernung von der Uferlinie als neue Gewässerhöhe bestimmt. Die Gewässerfläche wird mit einem um 1 m-Puffer verkleinerten Uferpolygon aus dem DOM geschnitten. Bei stehenden Gewässern werden alle Punkte innerhalb des Uferpolygons auf die neu bestimmte Gewässerhöhe gesetzt. Um ein etwaiges Gefälle bei Fließgewässern zu berücksichtigen, werden nur die Höhenwerte außerhalb des Schwankungsbereiches von 2 m um den zuvor bestimmten Medianwert korrigiert. Alle Fließgewässerpunkte, deren Höhenwert mehr als einen Meter größer ist als der Medianwert, erhalten den neuen Höhenwert Medianwert + 1 m. Analog erhalten alle Gewässerpunkte unterhalb vom Medianwert – 1 m diesen Wert als neue Höhe. Anschließend wird die korrigierte Gewässerfläche wieder in das DOM eingefügt. Verbleibende Ausreißer außerhalb der Schnittpolygone werden nach Möglichkeit zusammen mit den Höhenausreißern korrigiert.</p>					

Gewässerflächen						
Ursache: Veränderung von Gewässern, Anpassung des vorhandenen Polygons						
Bundesland:	NW – 1406/23_T345					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	8 bit	10 cm	80/60	05/2023	Sure 5.2.1
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei fast jedem größeren Gewässer					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	mittel					
Beschreibung des Workflows:				<p>Rot = Polygon aus Vorjahresbildflug Blau = korrigiertes Polygon</p>		
	<p>Bei der TrueDOP-Berechnung mit der Software Sure werden in einem ersten Rechendurchlauf die Polygone aus der Vorjahresbefliegung verwendet. Das TrueDOP wird anschließend in der Qualitätssicherung gesichtet. Hierbei werden Fehler im TrueDOP detektiert, die durch nicht mehr passende Gewässerpolygone entstanden sind. Die Polygone werden mittels QGIS in 2D angepasst und mit einer Höhe aus den aktuellen Lasersdaten versehen. Kacheln, in denen veränderte Polygone liegen, werden anschließend mit dem moduledsm.exe und dem moduletrueortho.exe von Sure nachberechnet. Die Gewässerpolygone werden zwecks Nachvollziehbarkeit der Qualitätssicherung sowie für den Folgebildflug gespeichert.</p>					

Gewässerflächen						
Ursache: schlechte Korrelation durch homogene Farben, Reflexionen und unterschiedliche Darstellungen in den einzelnen Luftbildern						
Bundesland: SH						
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei vielen Gewässern					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	zeitintensiv, Umringe erstellen					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden?		Einzelbildkontrolle			
	Wie wird der Fehler bearbeitet?		manuell, Umringe erstellen			
	Welche Software wird eingesetzt?		2,5D Tool - Sure			
	Wie hoch ist der manuelle Aufwand?		mittel			
	Wo gibt es Optimierungsbedarf?		–			

Gewässerflächen						
Ursache:	schlechte Korrelation durch homogene Farben, Reflexionen und unterschiedliche Darstellungen in den einzelnen Luftbildern					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/40	04/2017	Sure 2.2
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei fast allen Gewässern					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	je nach Topographie, manueller Erfassungsaufwand von 1-2 Tagen pro 1.000 km ²					
Beschreibung des Workflows:	Es werden die Gewässerflächen im DTMaster stereoskopisch erfasst. Als Durchmusterungshilfe, zum Auffinden der Gewässer, dienen die Gewässerflächen des ATKIS sowie Umringe aus Vorjahresbefliegungen. Die erfassten bzw. korrigierten Gewässerumringe werden als 3D-Shape exportiert. Anschließend werden die 3D-Linien-Shapes mit FME in Polygone umgewandelt. Innenliegende Linien definieren die Löcher/Inseln der Flächen.					
						
Die optimale Erfassung der Umringe hängt von der Erfahrung der Mitarbeiter ab. Umringe können auch vor einer Neuberechnung der TrueDOP-Kachel angepasst werden.						

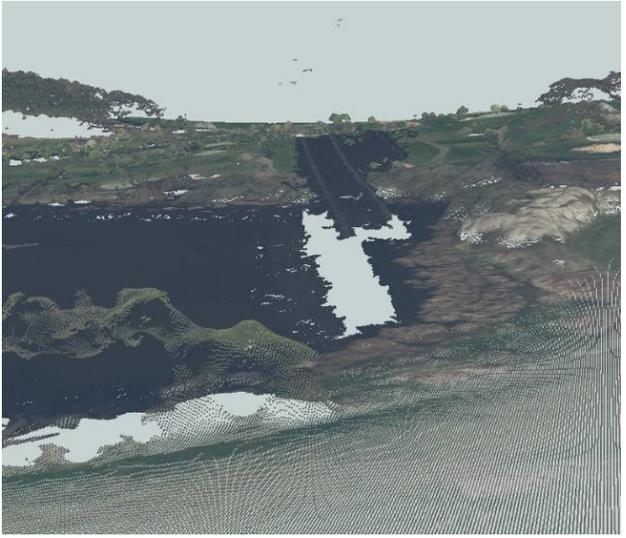
6.9 Hohe Objekte						
Ursache:		schlechte Korrelation aufgrund kleiner Objektgröße und hoher Umklappung				
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	20 cm	80/50	07.05.2018	Sure 2.3.1.41
Fehler:					Fehler: nach der Bearbeitung	
 <p>unvollständige Darstellung der Plattform</p>  <p>Klassisches DOP von 2015</p>						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	sehr hoch					
Beschreibung des Workflows:	Es ist eine Rekonstruktion der fehlenden Turm-Punkte erforderlich. Die Nachbearbeitung mit DTMaster wäre sehr aufwendig oder sogar unmöglich. Derzeit ist keine Alternative bekannt.					

Hohe Objekte						
Ursache: schlechte Korrelation aufgrund kleiner Objektgröße und hoher Umklappung						
Bundesland:		SH				
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	ziemlich selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	sehr zeitintensiv					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden?			Einzelbildkontrolle		
	Wie wird der Fehler bearbeitet?			Manipulieren der Punktwolke		
Welche Software wird eingesetzt?			DTMaster			
Wie hoch ist der manuelle Aufwand?			sehr hoher Aufwand			
Wo gibt es Optimierungsbedarf?			–			

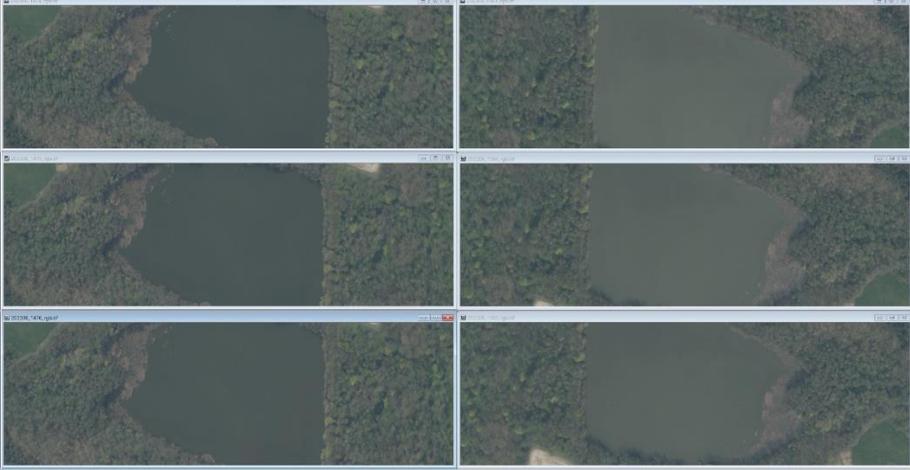
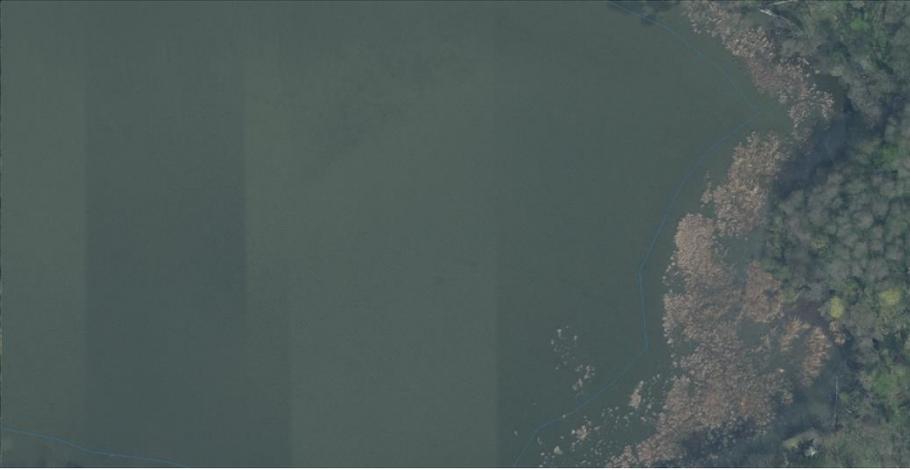
Hohe Objekte						
Ursache: schlechte Korrelation aufgrund kleiner Objektgröße und hoher Umklappung						
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2018	Sure 2.3.1.66
Fehler: Flutlichtmast					Fehler: nach der Bearbeitung	
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	-					

Hohe Objekte						
Ursache: schlechte Korrelation aufgrund hoher Umklappung						
Bundesland:		TH				
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	ca. 18 cm	80/50	05/2022	Sure 5.0.1
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>1. Möglichkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - setzen eines Korrekturpolygons - Neuberechnung mit dem 2,5D Tool <p>2. Möglichkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bDOM-Daten durch interpolierte Laserdaten ersetzen - Neuberechnung mit dem Module-TrueOrtho 					

6.10 Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen						
Ursache: Schiffe befinden sich in mehreren Bildern an unterschiedlichen Positionen						
Bundesland:	NW - Block 1404/23_T6					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	DMC III	8 bit	10 cm	80/60	02.03.2023	Sure 5.2.1
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	oft in großen Fließgewässern					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Es erfolgt keine Bearbeitung. Möglich wäre es jedoch, das Schiff nicht in das Wasserpolygon einzubeziehen, sondern das Schiff als Insel zu erfassen.</p> <p>Grund für den Fehler sind drei Faktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texturinformation wird ab Sure Version 5.1 aus mehreren Bildern mit unterschiedlicher Gewichtung verwendet • Schiffe, die innerhalb eines Wasserpolygons liegen, werden nicht korrekt rekonstruiert, die entsprechenden Pixel liegen auf einer inkorrekten Höhe • Schiffe bewegen sich ggf. etwas (unterschiedliche Lage in den verwendeten Luftbildern) <p>Da bis Version 5.1 Schiffe "mit inkorrekturer Höhe" im Wesentlichen nur über ein Bild texturiert wurden, hatte das quasi nur einen Versatz des gesamten Objekts zur Folge, welches in sich aber konsistent erschien. Ab Version 5.1 werden Schiffe "mit inkorrekturer Höhe" unter Beteiligung mehrerer Bilder texturiert, die das Objekt aus verschiedenen Perspektiven erfassen. Wenn über die falsche Höhe dann Textur-Pixel in den beteiligten Originalluftbildern bestimmt werden, resultieren daraus unterschiedliche Positionen. Diese sind im TrueDOP im Bereich des Schiffes verblendet als Versätze von 1-2 Pixeln zu sehen.</p>					

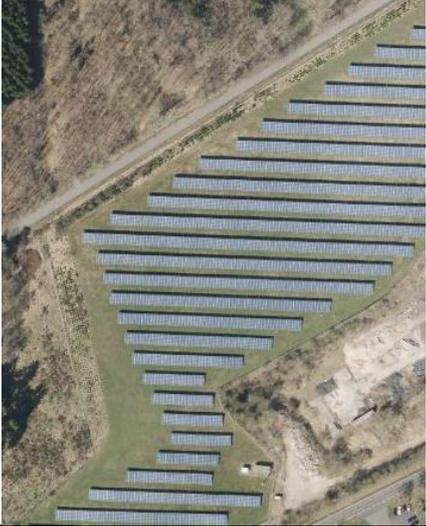
Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen						
Ursache: Stromleitungen werden mit der Gewässerhöhe entzerrt						
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2023	Sure 5.2
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Seit der Sure-Version 5.0 werden die Stromtrassen über Land zu großen Teilen herausgefiltert und nicht mehr dargestellt. Das trifft nicht für Stromtrassen über Gewässerflächen zu. Bis zur Sure-Version 5.0 wurden die Stromtrassen von den Gewässerumringen nicht geschnitten, um sie lagerichtig darzustellen. Damit die Stromtrassen nicht wie fremde Artefakte im bDOM und TrueDOP angezeigt werden, wurden für die Berechnung mit der Sure-Version 5.0 alle Gewässerumringe so bearbeitet, dass sie die Stromtrassen mit einschließen. Hinweis: In den Bereichen zwischen Gewässerumring und Ufer treten immer noch (jetzt kleinere) Artefakte auf. (siehe rote Markierung)</p>					

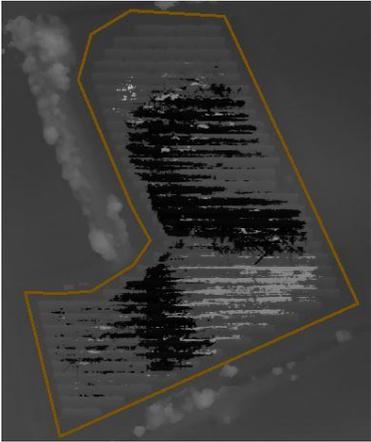
6.11 Radiometrie, inhomogen						
Ursache: inhomogene Radiometrie in den Ausgangsbildern						
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	20 cm	80/50	15.08.17	Sure 2.3.1.16
Fehler:						
						
Fehler: nach der Bearbeitung						
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten, je nach Lieferqualität durch die Flugfirma					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	gering					
Beschreibung des Workflows:	<p>In Sure wird für die Prozessierung die Option ColorAdjustment ausgewählt. Der radiometrische Abgleich für alle Luftbilder erfolgt automatisch.</p> <p>In manchen Fällen kann es durch das ColorAdjustment aber auch zu einer Verschlechterung der Radiometrie kommen. In diesem Fall muss die Berechnung des TrueDOP erneut ohne die Option durchgeführt werden (doppelter Rechenaufwand).</p>					

Radiometrie, inhomogen						
Ursache:	inhomogene Radiometrie in den Ausgangsbildern – innerhalb von Gewässerpolygonen					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	18 cm	80/50	04/2023	Sure 5.2
Fehler:						Fehler: nach der Bearbeitung
Luftbild: Flugstreifen A	Flugstreifen B					
TrueDOP:						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr selten					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	-					

6.12 Reflexionen						
Ursache:		Reflexionen in den Luftbildern				
Bundesland:	SH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	gelegentlich					
Bearbeitung:	ja; Seit der Sure-Version 5.0 werden Reflexionen nahezu vollständig herausgefiltert und nicht mehr dargestellt.					
Zeitaufwand:	zeitintensiv					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden? Wie wird der Fehler bearbeitet?			Einzelbildkontrolle Reflexion(en) im DLB finden. Dann wird in der Orilist und Imglist der Pfad zu dem Reflexionsbild gelöscht. Die modifizierte Orilist und Imglist wird separat gespeichert, damit im 2,5D-Tool berücksichtigt und die Kachel mit der Reflexion erneut berechnet.		
	Welche Software wird eingesetzt? Wie hoch ist der manuelle Aufwand? Wo gibt es Optimierungsbedarf?			2,5D Tool - Sure mittel -		

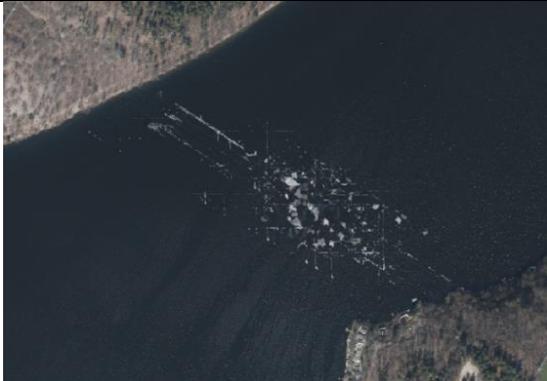
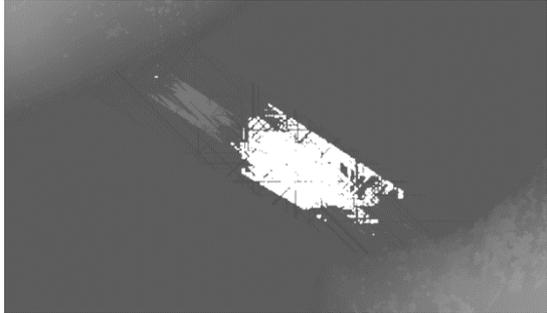
Reflexionen						
Ursache:	Reflexionen in den Luftbildern					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2018	Sure 2.3.1.66
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr selten					
Bearbeitung:	ja, teilweise bei extremen Reflexionen; Seit der Sure-Version 5.0 werden Reflexionen nahezu vollständig herausgefiltert und nicht mehr dargestellt.					
Zeitaufwand:	sehr hoch					
Beschreibung des Workflows:	<ul style="list-style-type: none"> • TrueDOP werden manuell im QGIS durchmustert • betroffene Kachel und betroffenes DLB werden notiert • Neuberechnung der betroffenen Kachel ohne entsprechendes DLB • der Neuberechnete Teil wird mit PixelQue ausgeschnitten und in die zuerst berechnete Kachel eingesetzt 					

6.13 Solaranlagen						
Ursache: fehlerhaftes Matching in sich wiederholenden Strukturen						
Bundesland:	NW - 1398/22_T2					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	10 cm	80/50	04/2022	Sure 5.1.0
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	häufig					
Bearbeitung:	immer					
Zeitaufwand:	mittel					
Beschreibung des Workflows:						
	<p>Mit der Software Sure erfolgt ein erster Rechendurchlauf bis zum TrueDOP. Anschließend werden die TrueDOP in der Qualitätssicherung visuell auf Artefakte durchmustert. Für die Durchmusterung wird neben dem TrueDOP auch die DSM_Point_Color-Maske verwendet. In der DSM_Point_Color-Maske werden in der Korrelation problematische Gebiete schwarz angezeigt. In diesen Bereichen war keine Korrelation möglich.</p> <p>Die problematischen Gebiete werden mit einem Korrekturpolygon in QGIS markiert. Den Polygonen wird anschließend eine Höhe aus den aktuellen Laserdaten zugeordnet. Kacheln, in denen Korrekturpolygone liegen, werden danach mit dem moduledsm.exe und dem moduletrueortho.exe von Sure nachberechnet.</p> <p>Anmerkung: Das TrueDOP ist an dieser Stelle repariert, die Höhenunterschiede der Solarflächen (bzw. Ackerflächen) werden im bDOM nicht mehr richtig abgebildet. Es entsteht hier im bDOM eine Ebene auf Höhe des Polygons. Die Korrekturpolygone werden zwecks Nachvollziehbarkeit der Qualitätssicherung gespeichert, aber nicht im Folgebildflug verwendet.</p>					

Solaranlagen						
Ursache:	fehlerhaftes Matching in sich wiederholenden Strukturen					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 2	16 bit	18 cm	80/50	04/2019	Sure 4.1.1
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<ul style="list-style-type: none"> • Erstberechnung durch Sure • TrueDOP werden im QGIS manuell auf Bildfehler durchmustert; resultiert der Fehler aus einem schlechten DSM wird der Fehler durch einen Shape-Umring markiert • mit Shape-Umring werden die Lidar-Daten (.laz) aus dem Rasterdatensystem (novaFactory) exportiert • durch eine FME-Workbench werden die fehlerhaften Höhendaten aus dem DSM herausgeschnitten, mit den Lidar-Daten (.laz) aufgefüllt und die Leerwerte durch Interpolation beseitigt; (Dauer: ca. 80 s pro 1x1 km² Kachel) • Neuberechnung der TrueDOP mit ModuleTrueOrtho.exe (Dauer: ca. 4 min pro 1x1 km² Kachel) <p>Hinweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die manuelle Durchmusterung der TrueDOP ist sehr zeitintensiv. Die Qualität und Dauer der Durchmusterung hängen sehr von der Erfahrung der Mitarbeiter ab. Die Durchmusterung kann parallel zur Berechnung erfolgen, wenn das Gebiet in kleinere Projekte aufgeteilt wird. 2. Beachtung Aktualität Laserscanning/Bildflug 					

6.14 Stromleitungen/-masten						
Ursache:		Objekte nahe der geometrischen Auflösung				
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	diverse	16 bit	20 cm	80/50	Sommer 2017	Sure 2.3.1.41
Fehler:					Fehler: nach der Bearbeitung	
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	sehr häufig					
Bearbeitung:	nein; Seit der Sure-Version 5.0 werden die Stromtrassen über Land zu großen Teilen herausgefiltert und nicht mehr dargestellt. Das trifft nicht für Stromtrassen über Gewässerflächen zu (siehe Beispiel: TH, 6.10 Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen).					
Zeitaufwand:	sehr hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Stromleitungen: Punkte auf den Stromleitungen auf Gelände- bzw. Untergrundhöhe setzen und Lageversatz im TrueDOP in Kauf nehmen. Die Bearbeitung mit DTMaster wäre aufgrund der Vielzahl von Stromleitungen extrem aufwendig.</p> <p>Strommasten: Unvollständige Strommasten dürften kaum rekonstruierbar sein.</p>					

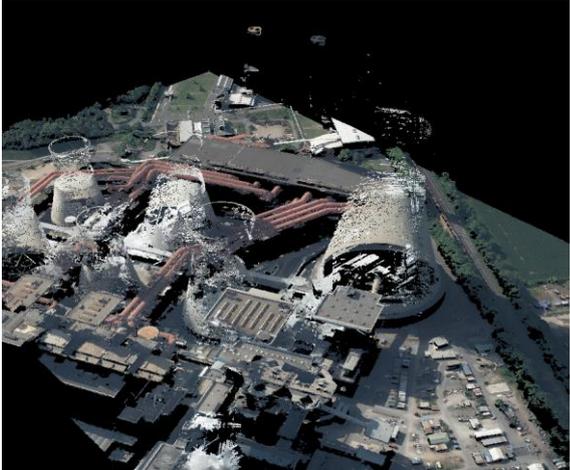
Stromleitungen/-masten						
Ursache:	Objekte nahe der geometrischen Auflösung					
Bundesland:	SH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	ca. 15 cm	80/35	Mai 2018	Sure 2.3.1.xxx
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	bei massiven Stromleitungen, abhängig vom Sonnenstand und der daraus resultierenden Reflexion					
Bearbeitung:	ja, Seit der Sure-Version 5.0 werden die Stromtrassen über Land zu großen Teilen herausgefiltert und nicht mehr dargestellt. Das trifft nicht für Stromtrassen über Gewässerflächen zu (siehe Beispiel: TH, 6.10 Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen).					
Zeitaufwand:	zeitintensiv, manueller Aufwand					
Beschreibung des Workflows:	Wie wird der Fehler gefunden?			Einzelbildkontrolle		
	Wie wird der Fehler bearbeitet?			manuell		
	Welche Software wird eingesetzt?			DTMaster		
	Wie hoch ist der manuelle Aufwand?			mittel		
	Wo gibt es Optimierungsbedarf?			–		

Stromleitungen/-masten						
Ursache:	Objekte nahe der geometrischen Auflösung					
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	ca. 18 cm	80/50	04/2021	Sure 4.3.1
Fehler:				Fehler: nach der Bearbeitung		
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	ja					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Das Gewässerpolygon wird im DTMaster bearbeitet, damit es die Stromtrasse miteinschließt. Anschließend wird die Kachel mit dem 2,5D Tool neu berechnet.</p> <p>Hinweis: Da die Stromtrasse somit die Höhe der Gewässerfläche erhält, wird sie nicht lagerichtig dargestellt.</p> <p>Seit der Sure-Version 5.0 werden die Stromtrassen über Land zu großen Teilen herausgefiltert und nicht mehr dargestellt. Das trifft nicht für Stromtrassen über Gewässerflächen zu. (siehe Beispiel: TH, 6.10Objekte innerhalb von Korrekturpolygonen)</p>					

6.15 Wald						
Ursache:		zu wenig korrelierte Punkte aufgrund zu geringer Bildüberdeckungen				
Bundesland:	MV					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UC Xp	16 bit	10 cm	80/30	10.04.2018	Sure 3.0
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	in lichterem Waldbeständen häufiger					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	extrem hoch					
Beschreibung des Workflows:	Verbesserungsmöglichkeit: Erhöhung der Querüberdeckung (nicht getestet)					

Wald						
Ursache:		Fehlerhafte Abbildung von Straßen unter Bäumen				
Bundesland:	TH					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	ca. 18 cm	80/50	03/2020	Sure 4.1
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM (Radiometrie) / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	nein					
Zeitaufwand:	-					
Beschreibung des Workflows:	Fehler kann nicht bearbeitet werden.					

6.16 Wolken, Wolkenschatten und Rauch						
Ursache: Mängel in den Ausgangsbildern						
Bundesland:	BY					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE Mark 3	16 bit	20 cm	80/50	28.05.2018	Sure 2.3.1.41
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten, je nach Qualität der Bilddaten und Art der Wolken					
Bearbeitung:	teilweise					
Zeitaufwand:	mittel					
Beschreibung des Workflows:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auffinden der betroffenen Stellen über Quickviews der Mängelbilder, die bei der Abnahme des Bildflugs erfasst wurden 2. Neuberechnung des TrueDOP mit Sure, wobei einzelne Wolkenbilder nicht mehr verwendet werden <p>Generell sind kleine oder sich schnell bewegende oder eher am Bildrand aufgenommene Wolken/Wolkenschatten gut mit dieser Methode korrigierbar. Diese erscheinen aber auch ohne Korrekturmaßnahmen eher selten im TrueDOP.</p> <p>Für große, langsame und zentral im Bild gelegene Wolken müssten meist so viele Bilder von der Berechnung ausgeschlossen werden, dass das verbleibende Bildmaterial zu wenig Überlappung für ein TrueDOP ohne Qualitätseinbußen hat. Solche Mängel bleiben dann unkorrigiert.</p>					

Wolken, Wolkenschatten und Rauch						
Ursache:						
Bundesland:	NW – 1408_T56					
Bildflug:	Kamera	Farbtiefe	Auflösung	Überlappung	Bildflugdatum	Software
	UCE M3	8 bit	10 cm	80/60	30.05.23	Sure 5.2.1
Fehler:			Fehler: nach der Bearbeitung			
						
						
Erkennbar in:	bDOM / TrueDOP					
Häufigkeit:	selten					
Bearbeitung:	je nach Stärke des Artefaktes					
Zeitaufwand:	hoch					
Beschreibung des Workflows:	<p>Wenn die Artefakte im TrueDOP sehr stark ausgeprägt sind, werden ggf. Teilbereiche des TrueDOPs mit dem vorläufigen DOP (entzerrt mit DGM) ausgetauscht. Dies ist nur dann möglich, wenn die Umklappeffekte im vorläufigen DOP gering sind.</p> <p>Die Bearbeitung erfolgt mittels Seamlines und OrthoVista/trimble.</p> <p>Die Korrektur erfolgt nur im TrueDOP und wirkt sich nicht auf das bDOM aus. Retuschen dieser Art werden zwecks Nachvollziehbarkeit im Qualitätspass vermerkt.</p>					