



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

Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder des amtlichen deutschen Vermessungswesens

Version 4.1

Status:

- 37. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2023/06
- 32. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2019/06
- 31. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 31/02
- 29. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 29/02
- 27. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 27/01
- 26. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 26/03
- 23. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 23/02
- 22. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 22/01

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

Bearbeitungsstand: 25.01.2023

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	3
2	Definitionen	3
3	Spezifikation.....	3
3.1	Produkte.....	3
3.2	Verwendete Normen	3
3.3	Geometrische Merkmale	4
3.4	Radiometrische und spektrale Merkmale	4
3.5	Datenqualität, Anforderungen an das Produkt	4
3.6	Georeferenzierung	5
3.7	Dateimerkmale	7
4	Kachelinformationen / Luftbildinformationen	8
4.1	Inhalt der Luftbildinformationen	8
4.2	Luftbildinformationsdatei	10

Anlage 1: Luftbildinformationsdatei lb_202209_14_688_rgbi.meta

Anlage 2: Luftbildinformationsdatei lb_st_20221210_102248.csv

Anlage 3: Anforderungen an die Qualitätssicherung

Anlage 4: Formular zur Dokumentation der Validierungsprüfung

Anlage 5: Bearbeitung und Kontrolle der Radiometrie

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 mit AK GT-Beschluss 22/01 eingeführt und zuletzt mit Beschluss GT2023/06 fortgeführt. Ab der Version 3.0 enthält es Inhalte des außer Kraft gesetzten *Qualitätsstandard für Digitale Orthophotos (ATKIS-DOP)* (AK GT-Dokument [894R2]).

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.

Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder des amtlichen deutschen Vermessungswesens

Stand: 25.01.2023

Version 4.1

1 Vorbemerkung

Der vorliegende Standard beschränkt sich auf digitale Luftbilder, die entweder mittels digitaler Luftbildkamera, die der DIN 18740-4 genügen oder als Analog-Digital-Wandlung aus analog vorliegenden Luftbildern klassischer photogrammetrischer Reihenmesskammern erzeugt wurden. Digitale Zeilensensoren fanden bislang im amtlichen deutschen Vermessungswesen keinen praktischen Einsatz und werden daher nicht berücksichtigt.

2 Definitionen¹

Luftbilder im Sinne dieses Produkt- und Qualitätsstandards sind photographische Abbilder eines Teiles der Erdoberfläche. Für die Zwecke der Vermessungsverwaltungen werden diese grundsätzlich als Messbilder verwendet. Sie werden aus Flugzeugen mit Luftbildkameras in Nadirrichtung aufgenommen. Bedingt durch die zentralprojektive Abbildung der Photographie wird die Erdoberfläche im Luftbild verzerrt dargestellt.

Digitale Messbilder nach DIN 18740-4³ und digitale Luftbilder aus der Analog-Digital-Wandlung nach DIN 18740-2² werden als *Digitales Luftbild (DLB)* bezeichnet. Alle bereitgehaltenen Luftbilder haben mindestens eine genäherte Georeferenzierung. Luftbilder mit allen erforderlichen Parametern für eine stereoskopische Auswertung, insbesondere die Daten zur inneren und äußeren Orientierung, werden als *Orientierte Luftbilder (OLB)* bezeichnet.

3 Spezifikation

3.1 Produkte

Die Produktdefinition und –bezeichnung für Luftbilder liegt in der Verantwortung der Mitgliedsverwaltungen. Der vorliegende Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder des amtlichen deutschen Vermessungswesens soll als Empfehlung und Hilfestellung bei der Erzeugung von Luftbildern zur Ableitung definierter AdV-Produkte dienen.

3.2 Verwendete Normen

Bei der Erarbeitung des Dokuments lagen folgende Normen des Deutschen Instituts für Normung e.V. (DIN) zu Grunde:

- DIN 18740-1²: Photogrammetrische Produkte – Teil 1:
Anforderungen an Bildflug und analoges Luftbild,
- DIN 18740-2²: Photogrammetrische Produkte – Teil 2:
Anforderungen an das gescannte Luftbild,
- DIN 18740-4³: Photogrammetrische Produkte – Teil 4:
Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild- und Weltraumphotogrammetrie,
- DIN 18740-7⁴: Photogrammetrische Produkte – Teil 7:
Anforderungen an das Pansharpening.

¹ aus AK GT-Dokument [465 R1] *Systematik und Benennung geotopographischer Produkte*

² DIN 18740-1: 2001-11 (zurückgezogen)

DIN 18740-2: 2005-02 (zurückgezogen)

Der DIN-Normenausschuss AA 05-03-02 maß den Teilen 1 und 2 keine Bedeutung mehr zu und strich sie 2010 aus der Reihe. Der Arbeitskreis Geotopographie empfiehlt jedoch, die Spezifikationen für Bildflug und analoges und gescanntes Luftbild im Bedarfsfall zur Eigenkontrolle weiterhin zu nutzen.

³ DIN 18740-4:2017-04

⁴ DIN 18740-7:2014-12

3.3 Geometrische Merkmale

3.3.1 Bodenauflösung, Ground Sample Distance (GSD)

Sollen aus einem Luftbild ATKIS-DOP abgeleitet werden, muss der Wert der originären Bodenauf- lösung für den geometrieegebenden Kanal (z.B. panchromatischen Kanal) am tiefsten Geländepunkt kleiner oder gleich dem Wert der Bodenauf- lösung der ATKIS-DOP sein.

Das digitale Farbbild soll die Geometrie (Auflösung und Lagetreue der Pixel) des geometrieegebenden i.d.R. des panchromatischen Kanals beinhalten und ist mittels des *Pansharpening-Verfahrens*⁴ abzuleiten. Das Pansharpening-Verhältnis darf nicht schlechter sein als 1:4.

Beim Scannen analoger Luftbilder ist ein Wert der Bodenauf- lösung einzustellen, der kleiner oder gleich dem Wert der Bodenauf- lösung für das abzuleitende Produkt z.B. DOP ist.

3.4 Radiometrische und spektrale Merkmale

3.4.1 Farbtiefe

Mindestens 8 Bit / Kanal

3.4.2 Spektrale Ausprägung

- PAN Panchromatisch
- RGB 3-Kanal-Echtfarbbild (Rot – Grün – Blau)
- CIR 3-Kanal-Colorinfrarotbild (Falschfarben-Infrarot; NIR – Rot – Grün)
- RGBI 4-Kanal-Multispektralbild (Rot – Grün – Blau – NIR)

3.5 Datenqualität, Anforderungen an das Produkt

Maßnahmen zur Sicherung der Datenqualität sind in der Anlage 3 zu finden.

3.5.1 Scannen analoger Luftbilder

Analoge Luftbilder sind mit einem photogrammetrischen Scanner gemäß DIN 18740-2² zu digitalisieren.

3.5.2 Bildflug, Aufnahmebedingungen

Die Bildaufnahme muss unter geeigneten äußeren Bedingungen (Wetter, Sicht- und Lichtverhältnisse) und mit geeignetem Instrumentarium durchgeführt werden. Standardbedingungen für Bildaufnahmen mit flugzeuggestützten Kameras sind:

- Sonnenschein oder je nach Festlegung hochstehende geschlossene lichtdurchlässige Wolken- decke mit klarer Sicht zum Boden;
- Sonnenstand in der Regel größer als 30° über Horizont; keine Wolken, Wolkenschatten oder Dunst in den Bildern;
- Befliegungsgebiet frei von Hochwasser, Eis, Schnee und großflächigem Rauch.

3.5.3 Bildflug, Längs- und Querüberdeckung

Für klassische photogrammetrische Auswertungen sind eine Längsüberdeckung von mindestens 60 % und eine Querüberdeckung von mindestens 30 % einzuhalten.

In dicht bebauten Gebieten oder bei der Absicht, Luftbilder mittels Dense Image Matching auszu- werten, ist zur Vermeidung von Verdeckungen durch Umklappungen eine höhere Längs- und Querüberdeckung zu wählen. Es wird empfohlen, eine Längsüberdeckung von mindestens 80 % einzuhalten und eine Querüberdeckung von mindestens 50 % nicht zu unterschreiten.

Die Querüberdeckung im ländlichen Gebiet sollte so gewählt werden, dass Objekte im Mittelbe- reich 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.

Die geforderten Überdeckungsverhältnisse sind am höchsten Geländepunkt zu erreichen.

3.5.4 Bildflug, Radiometrische Bedingungen

Das Bildmaterial ist in gleichbleibender, homogener radiometrischer Qualität für das Gebiet eines ganzen Bildfluges zu liefern.

Das Histogramm soll keine Lücken aufweisen und den vollen Grauwertbereich umfassen. Grundsätzlich sollen die Pixel mit dem niedrigsten und dem höchsten Grauwert nicht häufiger vorkommen als die Pixel der benachbarten Grauwerte, d.h. die Anzahl der hellen und dunklen Grauwerte am rechten und linken Rand der Histogramme soll stetig abnehmen. Ausnahmefälle, z.B. Reflexionen, sind davon ausgenommen. *Damit soll erreicht werden, dass sowohl in sehr hellen Bildbereichen (z.B. weiße Industriehallendächer) und sehr dunklen Bildbereichen (z.B. Schattenbereiche) die Bildinformationen erhalten bleiben.*

Die Farbbalance wird mittels in der Natur vorkommender Flächen beurteilt, die grau bzw. neutral erscheinen. Ausreichend ist es, das Mittel von jeweils 3 x 3 oder 5 x 5 Pixelwerten mit einem geeigneten Bildverarbeitungsprogramm zu analysieren. Der Unterschied zwischen den einzelnen Mittelwerten der Kanäle sollte bei einer Farbtiefe von 8 Bit nicht größer als 5 Grauwerte bzw. 1300 bei einer Farbtiefe von 16 Bit betragen. Für eine detaillierte Vorgehensweise zur Prüfung der Farbbalance wird auf die Anlage 5 verwiesen.

Innerhalb von Gewässerflächen sind größere radiometrische Abweichungen zulässig.

3.5.5 Sensor, Kamerasystem

Es sind Luftbildkameras einzusetzen, die der DIN 18740-4 genügen und die die Herstellung eines Messbildes im Sinne der DIN 18740-3 gewährleisten, wobei sicherzustellen ist, dass die gewonnenen Messbilder für den geplanten Einsatz (z.B. stereoskopische Auswertung, Klassifizierung) geeignet sind und die gewünschten Ergebnisse (z.B. TrueDOP) in den geforderten Ausprägungen und Genauigkeiten abgeleitet werden können.

Die *Belichtung* muss mittels Zentralverschluss und mit konstanter Zugriffszeit erfolgen. Enthält die Kamera mehrere Aufnahmemodule mit jeweils eigenen Verschlüssen, so muss die Synchronisation der Verschlüsse so genau sein, dass in den prozessierten Bildern keine Artefakte für ortsfeste Objekte erkennbar sind. Die Auslösezeitpunkte müssen auf 0,1 ms protokolliert und bei der Erstellung der Messbilder berücksichtigt werden.

Die maximale Bewegungsunschärfe muss kleiner sein als die angestrebte Bodenauflösung. Wenn dies in Flugrichtung durch die Kombination von Fluggeschwindigkeit, Verschlusszeit der Kamera und Bodenauflösung nicht sichergestellt ist, muss das Kamerasystem mit Einrichtungen für den *Bildwanderungsausgleich*, z.B. FMC (engl.: Forward Motion Compensation), AMC (engl.: Adaptive Motion Compensation) oder TDI (engl.: Time Delay and Integration), betrieben werden.

Eine durch Winkeländerungen entstehende Bewegungsunschärfe muss durch Einsatz einer regelbaren Aufhängung kompensiert werden. Die Kombination beider Systeme realisiert eine wirkungsvolle Bildstabilisierung.

3.5.6 Sensor, Systeme für die Positions- und Neigungsbestimmung

Bei Aufnahmen mit digitalen Kameras müssen für die genaue Positions- und Neigungsbestimmung Instrumentarien und Verfahren eingesetzt werden, mit denen die angegebenen Qualitätsanforderungen erfüllt werden können; z.B. GNSS/INS (Global Navigation Satellite System / Inertial Navigation System).

3.6 Georeferenzierung

Die Parameter der äußeren Orientierung {Koordinaten der Projektionszentren (X,Y,Z)_i und Drehwinkel (ω, ϕ, κ)_i} zur Georeferenzierung der DLB zu *Orientierten Luftbildern* können mit unterschied-

lichen Verfahren bestimmt werden (z.B. durch genäherte Bildmitten, direkte Georeferenzierung, oder Aerotriangulation mit oder ohne GNSS/INS), deren Ergebnisse in unterschiedliche Genauigkeitsklassen einzuordnen sind.

Die Bestimmung der Parameter der äußeren Orientierung erfolgt in der UTM-Abbildung in der jeweiligen Zone auf dem GRS80-Ellipsoid im Datum ETRS89 und im jeweils aktuellen amtlichen Höhenbezugssystem. Historische orientierte DLB können ihre zum Zeitpunkt der Herstellung gewählte Georeferenzierung behalten.

3.6.1 Koordinatenreferenzsystem Lage

	Standard	übergangsweise
Abbildung	UTM32 UTM33	-
Ellipsoid	GRS80	-
Datum	ETRS89	-
Kurzbezeichnung EPSG-Code (integer)	25832 25833	-
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	ETRS89_UTM32 ETRS89_UTM33	-

3.6.2 Koordinatenreferenzsystem Höhe

	Standard	übergangsweise
	DHHN2016	-
Kurzbezeichnung EPSG-Code (integer)	7837	-
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_DHHN2016_NH	-

3.6.3 Geometrische Genauigkeit

Genauigkeitsklasse (1σ)	Genauigkeitsangabe Lage	Bemerkung
LB1	-	Bildmitte (X,Y) genähert
LB2	3-fache Bodenpixelgröße	z.B. als Ergebnis der direkten Georeferenzierung als Ergebnis einer Aerotriangulation als Ergebnis einer Aerotriangulation
LB3	2-fache Bodenpixelgröße	
LB4	1-fache Bodenpixelgröße	

Eine Aussage zu den erreichbaren Höhengenaugigkeiten ist von den zugrundeliegenden Befliegungsparametern (z.B. Kamera, Längs- und Querüberdeckung) abhängig und kann mit dem 2 – 3-fachen Wert der Lagegenauigkeit angenommen werden.

Die Qualität der äußeren Orientierung muss sicherstellen, dass die Standardabweichung der Lagekoordinaten berechneter Bodenpunkte nicht größer als das 0,5-fache der festgelegten Standardabweichung⁵ σ_{XY} der georeferenzierten Lagekoordinaten des Orthophotos ist.

⁵ Aus AK GT-Dokument [897Rx], Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Orthophotos, Geometrische Genauigkeit:
 $\sigma_{xy}(DOP40): \pm 0,8 \text{ m}$

Für die Ableitung von ATKIS-DOP sind daher Orientierungsparameter der Genauigkeitsklasse LB4 erforderlich.

3.6.4 Anordnung der GNSS-Referenzstationen, Passpunktanordnung

Um Orientierungsparameter der Genauigkeitsklasse LB4 ableiten zu können, sollten folgende Vorkehrungen getroffen werden.:

- Passpunktgruppen :
 - Es sind Passpunktgruppen, bestehend aus mind. 3 Vollpasspunkten (X,Y;Z), zu bilden. Damit wird sichergestellt, dass beim Flug die notwendige Anzahl an Passpunkten nicht verdeckt und unzerstört im Bild tatsächlich sichtbar ist. Außerdem können bei der Aerotriangulation einige Passpunkte aus der Passpunktgruppe als Kontrollpunkte genutzt werden.
- Bei Bildflügen mit DGNSS-Informationen sollte der maximale Abstand zu GNSS-Referenzstationen 50 km nicht übersteigen.
- Für die Bündelblockausgleichung ohne DGNSS-Informationen sollten am Blockrand mindestens jede fünfte Basislänge sowie alle 4 Basislängen im Flugstreifen Passpunktgruppen genutzt werden.
- Bei Bildflügen mit DGNSS und ohne zusätzlich beflogene Querstreifen sollten an den Streifenenden und in der Blockmitte Passpunktgruppengenenutzt werden.
- Bei Bildflügen mit DGNSS und zusätzlich beflogenen Querstreifen sollten in den Blockecken und in der Blockmitte Passpunktgruppen genutzt werden.
- Bei Bildflügen mit Einsatz der direkten Georeferenzierung sollten in den Blockecken sowie in der Blockmitte Passpunktgruppen angeordnet sein.

3.7 Dateimerkmale

3.7.1 Datenformat

Bilddaten:	TIFF (JPEG2000, ECW bei komprimierten DLB)
Luftbildinformationen:	ASCII

Für orientierte Luftbilder zusätzlich:

Kalibrierungszertifikat:	PDF
Orientierungsparameter:	ASCII

(Projektionszentrum X, Y, Z, Drehwinkel ω , ϕ , κ);
ggf. weitere systemspezifische Orientierungsformate

3.7.2 Luftbildname

Für die Bezeichnung der Luftbilder wird empfohlen:

lb⁶_*<Bildflugnummer>*_*<Streifen>*_*<Bildnummer>*_*<Spektralkanäle>*.tif
wobei Bildflugnummer = Jahr (vierstellig) + Los bzw. lfd. Nummer

Bsp.: lb_200809_14_688_rgbi.tif

3.7.3 Kompression

Es wird empfohlen, auf eine Kompression der DLB zu verzichten.

$$\sigma_{xy(DOP20)}: \pm 0,4 \text{ m}$$

⁶ „lb“ sollte vorangestellt werden, um eine ISO- und INSPIRE-Auswertbarkeit der Luftbildinformationen zu erreichen.

4 Kachelinformationen / Luftbildinformationen

Die den Datensatz allgemein beschreibenden Metadaten werden im Metainformationssystem der AdV durch die für die Landesvermessung zuständigen Stellen gepflegt. Darüber hinaus werden mit jeder Datenlieferung begleitende Luftbildinformationen bereitgestellt, die wesentliche Angaben zur Aktualität und zum Inhalt der gelieferten digitalen Luftbilder beinhalten.

Inhalt und Struktur der nachfolgend beschriebenen Luftbildinformationen stimmen grundsätzlich mit denen der anderen ATKIS-Komponenten überein.

Weitere Luftbildinformationen können als Länderlösung geführt werden.

4.1 Inhalt der Luftbildinformationen

4.1.1 Angaben für den gesamten Datensatz

Schlüsselwort	Bedeutung
Land	Vollständiger Name des Bundeslandes
Eigentümer	Vollständiger Name des Eigentümers (freie Textzeile) Bsp.: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG)
Aktualitaet_Luftbildinformationen	Datum der Generierung der Luftbildinformationen (JJJJ-MM-TT)
Version_Standard	Versionsnummer des zugrunde liegenden Standards, nach dem die Luftbildinformationen erstellt wurden Bsp.: V4.1

4.1.2 Angaben je Luftbild

Schlüsselwort	Bedeutung
Luftbildname	Name der Luftbilddatei (freie Textzeile) Empfehlung siehe Abschnitt 3.7.2
Aktualitaet	Datum der Luftbildaufnahme (Format: JJJJ-MM-TT) ⁷
Erfassungsmethode	Angabe über Befliegungsverfahren Mögliche Angaben: 0 (Digitaler Bildflug, Dig. Messbild nach DIN 18740-4) 1 (Analoger Bildflug, Dig. Luftbild aus Analog-Digital-Wandlung nach DIN 18740-2) 2 (Analoger Bildflug, Dig. Luftbild aus Analog-Digital-Wandlung ohne Berücksichtigung der DIN 18740-2)
Bildflugnummer	Eindeutige Bezeichnung des Befliegungsprojektes (freie Textzeile) Bsp.: 200809 Oschersleben
Flugstreifen	Nummer des Flugstreifens (Integer)
Bildnummer	Nummer des Luftbildes (Integer)
Bildmassstabszahl	Bildmaßstab bei Analogbildflug ⁸ (Integer), Bsp.: 14000
Kamera_Sensor	Kurzbezeichnung der Kamera incl. Seriennr. (freie Textzeile) ⁹

⁷ Ist eine Datumsangabe mit Tagesgenauigkeit aus technischen oder inhaltlichen Gründen nicht möglich, kann bei den Angaben je Erfassungseinheit eine Datumsangabe JJJJ-MM mit Monatsgenauigkeit erfolgen. Eine ausschließliche Jahresangabe ist nicht ausreichend.

⁸ Beim Digitalflug wird hier der Wert „0“ geführt, da dort das Feld Bodenpixelgröße belegt wird.

⁹ Wert „9999“, wenn nicht bekannt

Schlüsselwort	Bedeutung
	Bsp.: UC-Eagle-1-70815170-f100 DMC II 250-120553 LMK2000, LC2015, 272 306/C
Kamera_Version	Versionsnummern der Firm- und Hardware Bsp.: FW_X.Y/HW_X.Z
Kamera_Kalibrierung	Datum der letzten geometrischen und radiometrischen Kalibrierung oder der letzten geometrischen Selbstkalibrierung (Format: JJJJ-MM-TT)
Kamera_Validierung	Datum der letzten geometrischen Validierung (Format: JJJJ-MM-TT)
Prozessierung_Version	Name und Versionsnummer der eingesetzten Prozessierungssoftware
Kalibrierprotokoll_Kamera	Angabe zur Verfügbarkeit des Kalibrierprotokolls der Kamera Mögliche Angaben: 0 (Kalibrierprotokoll nicht vorhanden) 1 (Kalibrierprotokoll vorhanden)
Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_x-Richtung	Angabe des PPA-Wertes in [mm] ^{9, 10}
Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_y-Richtung	Angabe des PPA-Wertes in [mm] ^{9, 10}
Bodenpixelgroesse	Bodenpixelgröße bei digitalen Luftbildern in [cm] ¹¹ . Bei analogen Luftbildern kann die Bodenaufösung oder der Wert „0“ geführt werden.
Spektralkanäle	Kombination der Spektralkanäle Mögliche Angaben sind: RGB RGBI CIR PAN
Kammerkonstante	Brennweite der Kamera ^{9, 10, 11} in [mm]
Koordinatenreferenzsystem_Lage	EPSG-Code des Bezugssystems (Integer), Bsp.: 25832 (ETRS89/UTM Zone 32 ohne Zonenkennung)
Koordinatenreferenzsystem_Hoehe	EPSG-Code des Bezugssystems (Integer), Bsp.: 7837 (DHHN2016)
Orientierungsgenauigkeit	Klasse der Genauigkeit für die stereoskopische Lage- und Höhenauswertung (s. Abschnitt 3.6.3) [Integer]; Bsp: LB4 ⇔ 4
Geometrische_Auflösung	Pixelauflösung des digitalen Luftbildes bzw. des gescannten analogen Luftbildes [µm] ¹⁰ Bsp.: 7.5
Bildmitte_Rechts	Koordinate der Bildmitte als mind. ganzzahliger Meterwert in [m] Bsp.: 554123
Bildmitte_Hoch	Koordinate der Bildmitte als mind. ganzzahliger Meterwert in [m], Bsp.: 5912345
Anzahl_Spalten	Anzahl der Pixelspalten des digitalen Luftbildes bzw. des gescannten analogen Luftbildes in Flugrichtung (Integer)

¹⁰ Dezimalpunkt als Trennzeichen¹¹ Bei Digitalkameras ist die Angabe auf den geometriegebenden i.d.R. panchromatischen Kanal zu beziehen.

Schlüsselwort	Bedeutung
Anzahl_Zeilen	Anzahl der Pixelzeilen des digitalen Luftbildes bzw. des gescannten analogen Luftbildes quer zur Flugrichtung (Integer)
Farbtiefe	Angabe der Farbtiefe (bit / Kanal), Bsp.: 8 / 16
Dateiformat	Angaben des Datenformats TIFF JPEG2000 Mögliche Angaben sind: ECW
Kompression	Angabe, ob die Daten komprimiert wurden. Mögliche Angaben sind: 0 (Nein) 1 (Ja)
Komprimierung	Textfeld mit ergänzenden Angaben zur Komprimierung (wenn Feld Kompression mit „1“ belegt ist, ansonsten Leerfeld) Mindestangaben: Kompressionsalgorithmus (z.B. JPEG2000) Verwendete Software incl. Versionsnr. Komprimierungsgrad (z.B. 25)
Belaubungszustand	Angabe über den Belaubungszustand Mögliche Angaben: 0 keine Angabe 2 teilbelaubt 1 unbelaubt 3 vollbelaubt
Bemerkungen	Optionale Angaben, z.B. zu Qualitätseinschränkungen (freie Textzeile) Bsp.: Wolke

4.2 Luftbildinformationsdatei

4.2.1 Dateiformat, Dateibezeichnung

Die Luftbildinformationen zu *einzelnen digitalen Luftbildern* werden als separate ASCII-Datei geführt. Sie werden mit den in Abschnitt 4.1 genannten Schlüsselwörtern gelistet. Ein Doppelpunkt mit anschließendem Leerzeichen dient als Trennzeichen. Die ASCII-Datei trägt den Namen des Luftbildes und die Endung *.meta (Bsp. s. Anlage 1).

Luftbildinformationen zu *mehreren digitalen Luftbildern* können zu einer CSV-Datei zusammengeführt werden, die ab der siebten Zeile aus jeweils einer Zeile für jedes DLB besteht, in der das Semikolon als Trennzeichen dient. Die Datei erhält die Bezeichnung „lb_<land>_jjjjmmtt_hhmmss.csv“¹².

Grundstruktur:

Satz 1: **Luftbildinformationen der DLB für die Datenabgabe**

Satz 2: **Land**;Name des Landes in Langform

Satz 3: **Eigentuemer**;Vollständiger Name des Eigentümers

Satz 4: **Aktualitaet_Luftbildinformationen**;JJJJ-MM-TT¹²

Satz 5: **Version_Standard**;N.M

Satz 6: Auflistung der Schlüsselworte

ab Satz 7: werden die bildbezogenen Luftbildinformationsdaten der DLB aufgelistet.

(Beispiel s. Anlage 2)

¹² jjjjmmtt_hhmmss: Datum und Uhrzeit der Erzeugung der Luftbildinformations-Datei

Luftbildinformationsdatei lb_202209_14_688_rgbi.meta

Land:Sachsen-Anhalt
Eigentuermer:Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
Aktualitaet_Luftbildinformationen:2022-12-10
Version_Standard:V4.1
Luftbildname:lb_202209_14_688_rgbi.tif
Aktualitaet:2022-05-10
Erfassungsmethode:0
Bildflugnummer:202209 Oschersleben
Flugstreifen:14
Bildnummer:688
Bildmassstabszahl:0
Kamera_Sensor:UltraCamX UCX-SX-1-60911016
Kamera_Version:FW_2.4/HW_4.5
Kamera_Kalibrierung:2021-04-14
Kamera_Validierung:2022-03-22
Prozessierung_Version:Ultramap V4
Kalibrierprotokoll_Kamera:1
Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_x-Richtung:0.9
Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_y-Richtung:-0.2
Bodenpixelgroesse:20
Spektralkanaele:RGBI
Kammerkonstante:100.5
Koordinatenreferenzsystem_Lage:25833
Koordinatenreferenzsystem_Hoehe:7837
Orientierungsgenauigkeit:4
Geometrische_Aufloesung:7.2
Bildmitte_Rechts:652032
Bildmitte_Hoch:5766539
Anzahl_Spalten:14430
Anzahl_Zeilen:9420
Farbtiefe:8
Dateiformat:TIFF
Kompression:0
Komprimierung:
Belaubungszustand:3
Bemerkungen:vereinzelt Wolkenschatten

Luftbildinformationsdatei lb_st_20221210_102248.csv

Luftbildinformationsdaten der DLB für die Datenabgabe

Land;Sachsen-Anhalt

Eigentümer;Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt

Aktualität_Luftbildinformationen;2022-12-10

Version_Standard;V4.1

Luftbildname;Aktualität;Erfassungsmethode;Bildflugnummer;Flugstreifen;Bildnummer;Bildmassstabszahl;Kamera_Sensor;Kamera_Version;Kamera_Kalibrierung;Kamera_Validierung;Prozessierung_Version;

Kalibrierprotokoll_Kamera;Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_x-Richtung;Bildhauptpunkt_der_Kamera_[PPA]_in_y-Richtung;Bodenpixelgröße;Spektralkanaele;Kammerkonstante;

Koordinatenreferenzsystem_Lage;Koordinatenreferenzsystem_Höhe;Orientierungsgenauigkeit;Geometrische_Auflösung;Bildmitte_Rechts;Bildmitte_Hoch;Anzahl_Spalten;Anzahl_Zeilen;Farbtiefe;Dateiformat;

Kompression;Komprimierung;Belaubungszustand;Bemerkungen

lb_202209_14_688.tif;2022-05-10;0;202209 Oschersleben;14;688;0;UltraCamX UCX-SX-1-60911016;FW_2.4/HW_4.5;2021-04-14;2022-03-22;Ultramap V4;1;0.9;-0.2;20;RGBI;100.5;25833;7837;4;

7.2;652032;5766539;14430;9420;8;TIFF;0;;3;vereinzelt Wolkenschatten

lb_202209_14_689.tif;2022-05-10;0;202209 Oschersleben;14;689;0;UltraCamX UCX-SX-1-60911016;FW_2.4/HW_4.5;2021-04-14;2022_03-22;Ultramap V4;1;0.9;-0.2;20;RGBI;100.5;25833;7837;4;

7.2;652785;5766540;14430;9420;8;TIFF;0;;3;vereinzelt Wolkenschatten

lb_202209_14_690.tif;2022-05-10;0;202209 Oschersleben;14;690;0;UltraCamX UCX-SX-1-60911016;FW_2.4/HW_4.5;2021-04-14;2022-03-22;Ultramap V4;1;0.9;-0.2;20;RGBI;100.5;25833;7837;4;

7.2;653538;5766541;14430;9420;8;TIFF;0;;3;

lb_202209_14_691.tif;2022-05-10;0;202209 Oschersleben;14;691;0;UltraCamX UCX-SX-1-60911016;FW_2.4/HW_4.5;2021-04-14;2022-03-22;Ultramap V4;1;0.9;-0.2;20;RGBI;100.5;25833;7837;4;

7.2;654291;5766542;14430;9420;8;TIFF;0;;3;vereinzelt Wolkenschatten

Anforderungen an die Qualitätssicherung

Kalibrierung

Das gesamte Kamerasystem muss gemäß DIN 18740-4 geometrisch und radiometrisch kalibriert sein.

Die Kalibrierung der Kamera muss durch ein Kalibrierungszertifikat des Herstellers nachgewiesen werden. Die Gültigkeit der geometrischen Kalibrierung zum Zeitpunkt des Bildfluges ist sicherzustellen und ggf. durch eine Selbstkalibrierung oder Validierungsprüfung nachzuweisen.

Die Kalibrierung der Kamera darf zum Zeitpunkt des Bildfluges nicht länger als 2 Jahre zurückliegen. Nach jeder Veränderung, die Einfluss auf die Kalibrierung hat, ist erneut eine Kalibrierung, mindestens eine Selbstkalibrierung, durchzuführen. Erfolgt keine Umbauten an der Kamera, kann an Stelle einer erneuten Kalibrierung eine Selbstkalibrierung der Kamera oder ein Nachweis über die Beibehaltung der Kalibrierungswerte in Form einer Validierungsprüfung vorgelegt werden. Die Validierungsprüfung darf zum Zeitpunkt des Bildfluges nicht länger als 1 Jahr zurückliegen. Nach längstens zwei mit Validierungsprüfungen überbrückten Jahren ist eine vollständige geometrische und radiometrische Kalibrierung durch den Kamerahersteller vorzunehmen.

Nachweise zur geometrischen und radiometrischen Kalibrierung:

Kalibrierung

Es erfolgt durch den Kamerahersteller eine geometrische und eine radiometrische Kalibrierung. Sie werden durch den Hersteller in einem Kalibrierungszertifikat nachgewiesen. Die Gültigkeit zum Zeitpunkt des Bildfluges darf nicht älter als zwei Jahre sein.

Selbstkalibrierung

Es erfolgt eine geometrische Kalibrierung der Kamera durch einen Kalibrierflug (Selbstkalibrierung).

Die Dokumentation der Selbstkalibrierung muss den Anforderungen an eine vollständige Dokumentation der geometrischen Kamerakalibrierung entsprechen. U.a. müssen die grafische Darstellung der Fluganordnung, die Kontroll- und Passpunktverteilung sowie die Parameter der radialen Verzeichnung enthalten sein. Ebenso muss der Datensatz zur Selbstkalibrierung der Kamera dokumentiert sein.

Sie wird durch den Kamerahersteller in einem Feld-Kalibrierungszertifikat nachgewiesen. Die Gültigkeit zum Zeitpunkt des Bildfluges darf nicht älter als zwei Jahre sein.

Validierung

Es erfolgt eine Überprüfung der geometrischen Kalibrierung der Kamera durch einen Validierungsflug.

Eine Validierung muss so durchgeführt werden, dass über einem signalisierten Testfeld die erreichte Genauigkeit zum Überprüfungszeitpunkt mit der erreichten Lage- und Höhenmessgenauigkeit der Daten, die mit diesem Kamerasystem erzeugt werden, unmittelbar nach der Herstellerkalibrierung (Referenzmessung) verglichen wird. Voraussetzung hierfür ist ein "Burn-In Flight" unmittelbar nach der Kamerakalibrierung, dessen Resultate als Referenz für die qualitative Beurteilung der Resultate des Validierungsfluges dienen. Eine Vergleichbarkeit ist nur gegeben, wenn der Burn-In Flight und der Validierungsflug hinsichtlich Bildmaßstab, Blockkonfiguration, Passpunktstützung und Gewichtung aller Beobachtungsgruppen ähnlich sind. Die Ergebnisse der Validierung dürfen sich gegenüber den Ergebnissen der Kalibrierung nicht um mehr als 25 % verschlechtern.

Neben der vollständigen Dokumentation der Bündelblockausgleichung, der grafischen Darstellung der Fluganordnung, der Kontroll- und Passpunktverteilung sind die Ergebnisse in einem Formular (siehe Anlage 4) nachzuweisen.

Wird die Gültigkeit der Kalibrierwerte in Form einer Validierung der Kamera dokumentiert, muss zusätzlich zur Dokumentation der Validierungsprüfung das Zertifikat der zuletzt durchgeführten Kamerakalibrierung inklusive der Ergebnisse des Burn-in Flights nachgewiesen werden.

Georeferenzierung

Die Einhaltung der Qualitätsanforderungen aus Abschnitt 3.6.3 ist durch Messung von Kontrollpunkten zu dokumentieren. Die Anzahl der erforderlichen Kontrollpunkte ergibt sich nach DIN ISO 2859-1 (Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung)).

Radiometrie

Die Qualitätssicherung des Bildverbandes kann nachfolgenden Vorgaben erfolgen:

- Sichtprüfung des Bildverbandes auf gleichbleibende, homogene radiometrische Qualität
- Histogrammprüfung, Stichprobe:
 - keine Lücken
 - umfasst den vollen Grauwertbereich
 - Prüfung, ob Pixel mit dem niedrigsten und dem höchsten Grauwert häufiger vorkommen als die Pixel der benachbarten Grauwerte.
- Beurteilung der Farbbalance nach den Kriterien aus Abschnitt 3.5.4. Für eine detaillierte Vorgehensweise wird auf die Anlage 5 verwiesen.

Formular zur Dokumentation der Validierungsprüfung

(1) Allgemeine Angaben

Kameratyp	
Seriennummer	
Datum Burn-In Flight nach Kalibrierung	
Datum Validierungsflug	

(2) Flugparameter

Parameter	Burn-In Flight nach Kalibrierung	Validierung	Bemerkungen
Flughöhe oder GSD			Abweichung max. 20%
Überlappung längs [%]			Abweichung max. 10%
Überlappung quer [%]			Abweichung max. 5%
Anzahl Bilder			Abweichung max. 50%
Anzahl Flugstreifen			mindestens 3 Flugstreifen
Anzahl Querstreifen			mindestens 1 Querstreifen
Anzahl Passpunkte			höchstens 8 Passpunkte
Anzahl Kontrollpunkte			mindestens 15 Kontrollpunkte*
GPS/INS			identische Konfiguration

* Es ist zu beachten, dass Kontrollpunkte als Unbekannte eingehen müssen und nicht durch eine Gewichtung auf vorliegende (Näherungs-) Werte gezwungen werden dürfen. Kontrollpunkte müssen gleichmäßig über das Gebiet verteilt sein und sollten einen genügend großen Abstand zu den verwendeten Passpunkten aufweisen.

(3) Auswertung

	Burn-In Flight	Validierung	
Gewichtung manuell gem. Bildpunkte			identisch
Gewichtung automatisch gem. Bildpunkte			identisch
Gewichtung Passpunkte			identisch
Gewichtung GPS			identisch
Gewichtung INS			identisch
Modellierung Restsystematiken GPS			identisch
Boresight Alignment (ja/nein)			identisch
Selbstkalibrierung Kamera (ja/nein)			identisch

(4) Statistik – interne Maße der Bündelblockausgleichung

Parameter	Burn-In Flight	Validierung	relative Abweichung %
Gewichtseinheitsfehler [μm]			(max. 25% schlechter)
Std-abw. Projektionszentren [cm]			
Std-abw. Orientierungswinkel [mgon]			
Std-abw. Passpunkte [cm]			
Std-abw. Kontrollpunkte [cm]			
RMS der Zuschläge zu den GNSS-Beobachtungen [cm]			
RMS der Zuschläge zu den IMU-Beobachtungen [mgon]			

(5) Statistik – Maße aus unabhängigen Referenzmessungen

Parameter	Burn-In Flight	Validierung	relative Abweichung %
RMS der Abweichungen an den Passpunkten – Lage [cm]			
Max. der Abweichungen an den Passpunkten – Lage [cm]			
RMS der Abweichungen an den Passpunkten – Höhe [cm]			
Max. der Abweichungen an den Passpunkten – Höhe [cm]			
RMS der Abweichungen an den Kontrollpunkten – Lage [cm]			(max. 25% schlechter)
Max. der Abweichungen an den Kontrollpunkten – Lage [cm]			
RMS der Abweichungen an den Kontrollpunkten – Höhe [cm]			(max. 25% schlechter)
Max. der Abweichungen an den Kontrollpunkten – Höhe [cm]			