



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

Leitfaden zur Ausschreibung einer Luftbildbefliegung für die Zwecke der Landesvermessung

Version 1.7

Status:

Veröffentlicht durch AdV-Arbeitskreis Geotopographie am 28.04.2026
37. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2023/05
32. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2019/02
29. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 29/01
28. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 28/01
25. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 25/01
23. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 23/01
22. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 22/01

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

Bearbeitungsstand 04.03.2026

Inhaltsverzeichnis

A. Vorbemerkungen und allgemeine Hinweise.....	3
B. Vergabe- und vertragsrechtliche Aspekte	4
1 Allgemeine Rahmenbedingungen	4
1.1 Zweck der Befliegung	4
1.2 Nutzungsrechte / Eigentum.....	4
1.3 Nachauftragnehmer (Unterauftragnehmer / Subunternehmer).....	4
1.4 Ansprechpartner	4
1.5 Mitwirkung des Bieters.....	5
1.6 Haftpflicht	5
1.7 Fachliche Eignungs- und Wertungskriterien	5
1.8 Vertragliche Abnahme nach VOL/B	6
C. Fachliche Leistungsmerkmale einer Luftbildbefliegung	10
1 Bildflugparameter.....	10
1.1 Luftbildkamera.....	10
1.2 Kalibrierung der Luftbildkamera	11
1.3 Belichtung.....	12
1.4 Bewegungsunschärfe	12
1.5 Geometrie des Farbbildes durch Pansharpening	12
1.6 Orientierungsgenauigkeit (bei Einsatz der direkten Georeferenzierung).....	12
1.7 Bodenauflösung.....	14
1.8 Spektrale Auflösung.....	14
1.9 Radiometrische Auflösung	14
1.10 Längs- / Querüberdeckung	14
1.11 Gebietsabdeckung.....	15
1.12 Längsstreifen / Querstreifen.....	16
1.13 Flugrichtung.....	16
1.14 Flugdurchführung	16
1.15 Verfahren bei Flugunterbrechung.....	17
2 Flugbedingungen / Konfiguration des Bildfluggebietes.....	18
2.1 Ausführungsfrist.....	18
2.2 Flugbeschränkungen	18
2.3 Maximale Abweichungen in Flugkurs und Drehwinkeln	18
3 Vorgaben der radiometrischen Einstellungen.....	19
3.1 Verfahren der radiometrischen Korrektur beim Auftragnehmer.....	19
4 Bildflugbedingungen.....	20
4.1 Sonnenstand	20
4.2 Befliegungszeitraum	20
4.3 Wolken, Dunst.....	20
4.4 Schnee, Raureif, Überflutung, Eis.....	21
4.5 Wasserflächen	21
5 Bildflugplanung, Ordnungskriterien für Dateibezeichnungen	21
5.1 Ordnungskriterium der Luftbilddaten (Nummerierung)	21
5.2 Freigabe Bildflugplanung.....	22
6 Lieferumfang.....	22
6.1 Datenträger	22
6.2 Verwendbarkeit der Ergebnisse in der Software beim Auftraggeber	22
6.3 Datenlieferung.....	22
6.4 Qualitätskontrolle beim Auftragnehmer.....	25
6.5 Datensicherung, Aufbewahrungsfrist	25
7 Bezugssystem, Aerotriangulation ...	25
7.1 Bezugssystem.....	25
7.2 Aerotriangulation	25
7.3 Zielgenauigkeit für anschließende stereoskopische Lage- und Höhenauswertung	25
D. Qualitative Merkmale zur Angebotsbewertung	27
1 Bewertungskriterien	27
1.1 Informationen zur Auftrags- und Projektabwicklung	27
1.2 Digitale Aufnahmekamera	27
1.3 Kalibrierung/Validierung	27
1.4 Referenzbilddaten	28
1.5 Bildflugplanung.....	28
1.6 Erforderlicher Flugaufwand im Befliegungsgebiet....	29
1.7 Anzahl der Komplettsysteme (Flugzeug, Besatzung, GNSS/INS, Kamera)	29
1.8 Boresight.....	29
1.9 Behandlung des Nahinfrarotkanals.....	30
1.10 Orientierungsgenauigkeit.....	30
1.11 Lieferzeitraum	30
1.12 Projektbericht	30
E. Prüfstandards zur Abnahme einer Luftbildbefliegung	32
1 Mindestabnahmekriterien	32
1.1 Bilddatensatz.....	32
1.2 Bildmittenübersicht.....	32
1.3 Kalibrierzertifikate (für Kamera und GNSS/INS) und Validierungsdokumentation	32
1.4 Technische Dokumentation / Projektbericht.....	32
1.5 Orientierungsparameter.....	33
1.6 Metadaten	33
F. Änderungen	34

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-Beschluss 22/01 verabschiedet und nach Fortführung zuletzt am xx.xx.2026 veröffentlicht.

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

A. Vorbemerkungen und allgemeine Hinweise

Der vorliegende *Leitfaden zur Ausschreibung einer Luftbildbefliegung für die Zwecke der Landesvermessung* stellt keine ausformulierte bzw. fertige Ausschreibungsunterlage dar, sondern soll den Mitgliedsverwaltungen bei der Formulierung ihrer eigenen Ausschreibung in Detailfragen Anregungen geben. Bei der Bearbeitung des Leitfadens durch die Projektgruppe ATKIS-DOP ist klar geworden, dass die Ausschreibungsverfahren in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich sind und nicht immer in der Hoheit der Fachstellen liegen. Darüber hinaus hat jedes Land ganz spezielle Anforderungen an die Auftragnehmer, die sich über einen langen Zeitraum entwickelt haben und in ganz bestimmten Formulierungen dokumentiert werden.

Gleichwohl bietet der vorliegende Leitfaden standardisierte fachliche Formulierungen zur Verwendung durch die Länder an, wobei die aktuellen Vorschriften

- Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)
- i. V. m. der Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (VgV) bzw. unterhalb der gesetzlichen Schwellenwerte der Unterschwellenvergabeordnung (UVgO)

der Länder zu beachten sind.

- Das Vergaberecht regelt das Bieterverfahren eindeutig. Die im Leitfaden empfohlenen Formulierungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Teile der Vertragsunterlagen, die die Qualität der Leistungserbringung beeinflussen. Sie sind im Einzelfall an die Erfordernisse der Länder, insbesondere an länderspezifische Rechtsvorschriften anzupassen.
- Festlegungen über z. B. Bezugssysteme, Maßeinheiten und Umfang der Metadaten sind länderspezifisch anzupassen.
- Nicht alle Textpassagen sind zwingend erforderlich. Sie dienen lediglich zur Orientierung. Die vorliegenden Textpassagen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
- Redaktionelle Hinweise werden in *kursiver Schrift* gegeben.
- Die Angaben beziehen sich auf die Herstellung von Luftbildern, die in Nadirrichtung aufgenommen werden.
- Genauigkeitsangaben im Leitfaden beziehen sich auf eine Bodenauflösung von 20 cm. Variationen in der Bodenauflösung können zu Veränderungen in den numerischen Angaben führen.
- Zu vereinzelt Passagen sind Beispiele aus den Mitgliedsländern der Projektgruppe angegeben. Diese sind durch einen Rahmen und eine graue Unterlegung vom übrigen Text abgesetzt.

B. Vergabe- und vertragsrechtliche Aspekte

1 Allgemeine Rahmenbedingungen

1.1 Zweck der Befliegung

Vorrangiges Ziel soll die Gewinnung von Digitalen Luftbildern nach AdV-Produkt- und Qualitätsstandard in der jeweils aktuellen Fassung sein, die der Erstellung von ATKIS-DOP nach AdV-Produkt- und Qualitätsstandard (auch TrueDOP), der stereoskopischen Auswertung, dem Dense Image Matching (DIM) und der bildbasierten Klassifikation dienen.

1.2 Nutzungsrechte / Eigentum

- 1) Der Auftragnehmer räumt dem Auftraggeber das ausschließliche, örtlich unbeschränkte, übertragbare, dauerhafte, unwiderrufliche, umfassende und unkündbare Nutzungsrecht an den im Zusammenhang mit der Ausführung des Auftrages aufgezeichneten digitalen Daten sowie an allen aufgrund des Bildfluges erstellten Daten ein, über das der Auftraggeber uneingeschränkt weiter verfügen kann.
- 2) Das Nutzungsrecht gilt für alle derzeit bekannten und zukünftig bekannten Zwecke und umfasst insbesondere das Recht, die o. g. Daten
 - digital oder analog dauerhaft oder temporär zu speichern, zu laden, anzuzeigen und ablaufen zu lassen;
 - abzuändern, zu bearbeiten oder auf anderem Weg umzugestalten;
 - auf einem beliebigen bekannten Medium oder in einer anderen Weise zu speichern, zu vervielfältigen, auszustellen, zu veröffentlichen, zu verbreiten oder öffentlich wiederzugeben;
 - in Datenbanken, Datennetzen und Online-Diensten einzusetzen einschließlich des Rechts, die Daten den Nutzern der vorgenannten Datenbanken, Netzen und Online-Dienste zur Recherche und zum Abruf mittels vom Auftraggeber gewählter Tools bzw. zum Herunterladen zur Verfügung zu stellen;
 - durch Dritte zu nutzen oder für den Auftraggeber betreiben zu lassen.
- 3) Der Auftragnehmer ist nicht berechtigt, die Daten für andere Zwecke als zur Auftragserfüllung zu nutzen oder eine Nutzung durch Dritte zu ermöglichen.
- 4) Soweit der Auftragnehmer sich zur Ausführung des Auftrages eines Nachauftragnehmers bedient, hat er diesem gegenüber vertraglich sicherzustellen, dass die Nutzungsrechte in dem oben beschriebenen Umfang auf den Auftraggeber übergehen.
- 5) Das Nutzungsrecht erstreckt sich auch auf Teilergebnisse sowie nicht abnahmefähige Leistungen und Teilleistungen.

1.3 Nachauftragnehmer (Unterauftragnehmer / Subunternehmer)

Ohne Genehmigung des Auftraggebers dürfen über den Inhalt des erteilten Auftrages keine Subverträge abgeschlossen werden.

1.4 Ansprechpartner

- 1) Bei Angebotsabgabe ist ein Ansprechpartner sowie Stellvertreter für die Ausschreibung und für die Durchführung des Projektes zu benennen.
- 2) Der Projektleiter, der im Zuschlagsfall tatsächlich zur Leistungserbringung eingesetzt wird, muss die deutsche Sprache verhandlungssicher und im fachtechnischen Dialog in Wort und Schrift beherrschen. Er vertritt im Auftragsfall den Auftragnehmer in der Abwicklung des Auftrages gegenüber dem Auftraggeber in allen Belangen und stellt die vertragsgemäße Leistungserbringung sicher.

1.5 Mitwirkung des Bieters

Wenn der Auftragnehmer erkennt, dass die Leistungsbeschreibung oder eine Forderung zur Vertragsausführung fehlerhaft, unvollständig, nicht eindeutig oder objektiv nicht ausführbar ist, hat er dies und die ihm erkennbaren Folgen unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Der Auftraggeber wird seinerseits unverzüglich über eine Änderung der Leistungsbeschreibung oder seiner Forderung zur Vertragsausführung entscheiden.

1.6 Haftpflicht

- 1) Der Auftragnehmer verpflichtet sich, den Auftraggeber von allen Haftpflichtansprüchen freizustellen, die gegen diesen im Zusammenhang mit dem übernommenen Auftrag von Dritten erhoben werden. Dies schließt ebenso die Haftung gegenüber Dritten für Mangelfolgeschäden ein.
- 2) Der Auftragnehmer hat auf Verlangen nachzuweisen, dass er hinsichtlich aller Haftpflichtansprüche, die sich aus der Ausführung des übernommenen Auftrages ergeben können, eine Haftpflichtversicherung in ausreichender Höhe abgeschlossen hat und laufend unterhält. Der Auftraggeber ist berechtigt, rückständige Prämien anstelle des Auftragnehmers an den Versicherungsunternehmer zu zahlen und die Beiträge von der dem Auftragnehmer zustehenden Vergütung oder einer von ihm hinterlegten Sicherheit einzubehalten.

1.7 Fachliche Eignungs- und Wertungskriterien

Gemäß den Vergabevorschriften werden Aufträge an fachkundige, leistungsfähige und zuverlässige (geeignete) Unternehmen vergeben. Der Feststellung der Eignung kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Die Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit sind von jedem im Angebot aufgeführten Unternehmen einzeln nachzuweisen. Werden besondere Nachweise gefordert, sind diese vom jeweiligen Ausführenden zu erbringen.

Gegenstand dieses Leitfadens ist ausschließlich der Aspekt der Fachkunde und der technischen Leistungsfähigkeit.

Kriterien zur Beurteilung der Eignung eines Bieters in fachlicher und technischer Hinsicht können sein:

- Referenzbilddatensatz aus einem vergleichbaren Auftrag (Flugzeitpunkt, Bodenaufklärung, Kamera) nicht älter als zwei Jahre (s. Abschn. D.1.4)
(zwei sich überlappende Streifen mit je 3 Bildern, Mosaik (JPEG) in RGB und CIR; Bildinhalt: Bebauung, Feld und Wald),
- Referenzbildverband: Darstellung eines Blocks von ca. 100 Originalluftbildern, z. B. als Screenshot - die Qualität der Darstellung muss für die Beurteilung der Radiometrie des ganzen Bildverbandes geeignet sein,
- Anzahl der einzusetzenden Flugzeuge, Angaben zum Ressourcenzugriff (Eignungskriterium: Anzahl > 0) (s. Abschn. D.1.7),
- Anzahl der einzusetzenden Kameras, Typ mit Seriennr., Baujahr, technische Parameter; Angaben zum Ressourcenzugriff (Eignungskriterium: Anzahl > 0) (s. Abschn. D.1.7),
- Angaben zum GNSS-/INS-System, Typ / Genauigkeit; Angaben zum Ressourcenzugriff (Eignungskriterium: Anzahl > 0),
- Anzahl der Komplettsysteme (Flugzeug, Besatzung, GNSS/INS, Kamera), Angaben zum Ressourcenzugriff (Eignungskriterium: Anzahl > 0) (s. Abschn. D.1.7),
- Nachweis der Beibehaltung der Kalibrierungswerte der Kamera und der inertialen Messeinheit (siehe auch Abschn. C.1.2 und D.1.3)
- Angaben zum auftragsbezogenen technischen Workflow incl. Besonderheiten und Maßnahmen zur Qualitätskontrolle,
- Angaben zum Umgang mit dem NIR-Kanal beim Generieren der Luftbilder (s. Abschn. D.1.9),
- Bildflugplanung (zu einem Los / zum Los X (Vergleichbarkeit) / zu allen angebotenen Losen / zu allen Losen) (s. Abschn. D.1.5),
- technische Ressourcen (insbesondere zum Postprocessing), die für dieses Projekt verbindlich eingesetzt werden,

- personelle Ressourcen (Anzahl, Qualifikation, Erfahrungen), die für dieses Projekt verbindlich eingesetzt werden,
- Zeitplanung (Ausführungs- / Liefertermine),
- Erfahrungen des Auftraggebers aus früheren Projekten,
- Referenzen über vergleichbare Aufträge der letzten 2 Jahre,
- Angaben zur Boresight-Kalibrierung (guter Hinweis zur fachlichen Eignung), (s. Abschn. D.1.8),
- Eigenerklärungen und Nachweise,
-

Die Vergabevorschriften erlauben auch die Einbeziehung von Kriterien für die Beurteilung der Nachhaltigkeit. Dies können sein:

- *Zertifikate zum Umweltschutz und zur Nachhaltigkeit*
 - *EMAS Zertifikat (europäisches Umweltmanagementsystem)*
 - *ISO 14001 (Norm für Umweltmanagement)*
 - *ISO 50001 (Norm für Energiemanagement)*
- *Kraftstoffverbrauch der eingesetzten Flugzeuge incl. Angabe der Fluggeschwindigkeit*
 - *Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch pro Flugstunde*
 - *Voraussichtlicher Kraftstoffverbrauch für die Projektfläche ohne An- und Abflug*
- *Einsatz von nachhaltigen Treibstoffen (z. B. BioFuel)*
- *Anteil an der Energieversorgung aus erneuerbaren Energieträgern, Öko-Strom*
- ...

Für weitergehende Aspekte wie z. B. der wirtschaftlichen finanziellen Leistungsfähigkeit des Bieters sei auf die entsprechenden Passagen des Vergaberechts verwiesen.

1.8 Vertragliche Abnahme nach VOL/B

Die allgemeinen Regelungen hinsichtlich der Abnahme regelt der § 13 VOL/B. Wie im Einzelfall beim Vorliegen von Mängeln agiert wird, ist in den Vertragsunterlagen der Ausschreibung zu präzisieren.

Die Einhaltung der geforderten Spezifikationen und der Genauigkeiten ist für die Abnahme des Gesamtauftrages zwingend erforderlich. Jede Form der Nichteinhaltung ist grundsätzlich ein Mangel und begründet, auch in Einzelfällen, grundsätzlich einen Anspruch auf Minderung. Das Recht auf Abnahmeverweigerung bleibt dadurch unberührt.

Beispielhafte Formulierungen hinsichtlich des Verfahrens bei der Feststellung von Mängeln:

Bsp. MV: Abnahme und Teilzahlungen

- 1) Durch die Bedarfsstelle gefundene und angezeigte Mängel sind innerhalb von 4 Wochen zu korrigieren und als Gesamtdatenpaket neu zu liefern. Sollten die Mängel nicht durch die Nachkorrektur behoben worden sein, erfolgt keine Abnahme der Teilleistung. Die Gesamtabnahme bzw. Gesamtverweigerung der Abnahme bleibt von den Einzelleistungen unberührt.
- 2) Der Auftraggeber gliedert die Abnahme der Gesamtleistung in folgende Teilbereiche:
 - Abnahme der Bildflugeleistung incl. Datenlieferung
 - Abnahme der geforderten Metadateien einschl. vorgegebener Ordnungskriterien
 - Abnahme der geforderten Orientierungsgenauigkeit
 - Abnahme der geforderten radiometrischen Genauigkeit
- 3) Die Zahlung für die erbrachten Leistungen erfolgt durch den Auftraggeber in folgenden Teilbeträgen:
 - Abnahme der Bildflugeleistung incl. Datenlieferung: 40 % des Gesamtpreises

- Abnahme der geforderten Metadatendateien einschließlich vorgegebener Ordnungskriterien: 10 % des Gesamtpreises
 - Abnahme der geforderten Orientierungsgenauigkeit: 20 % des Gesamtpreises
 - Abnahme der geforderten radiometrischen Genauigkeit: 30 % des Gesamtpreises
- 4) Bei Nichtabnahme von Teilleistungen aufgrund vorhandener Mängel trotz Nachkorrektur wird der Gesamtpreis der Leistung durch den entsprechenden oben genannten Anteil reduziert. Der Auftraggeber erwirbt dennoch das Eigentum und die vollen Nutzungs- und Verwertungsrechte an der Gesamtleistung.

Bsp. NW: Abnahme, Zahlung, Vertragsstrafen, Schadenersatz

Abnahme

- 1) Die Leistungserbringung bedarf einer förmlichen Abnahme in Form einer schriftlichen oder per E-Mail verfassten Billigung des Auftraggebers. Die Billigung oder die gänzliche oder teilweise Ablehnung der Leistungserbringung wird spätestens innerhalb von 3 Monaten nach vertragsgemäßer Fertigstellung erfolgen. Voraussetzung für die Abnahme ist, dass die Leistungserbringung vollständig ist, den in der Leistungsbeschreibung beschriebenen Anforderungen entspricht und die Ergebnisse für den vorgesehenen Zweck (vgl. Präambel und § 1) brauchbar sind.
- 2) Verweigert der Auftraggeber die Billigung der Leistungserbringung ganz oder teilweise, wird er dem Auftragnehmer/der Auftragnehmerin eine angemessene Frist zur Beseitigung der Mängel einräumen. Kommt der Auftragnehmer/die Auftragnehmerin der Mängelbeseitigung innerhalb der Frist nicht nach, gilt die Billigung als nicht erteilt.
- 3) Der Auftraggeber behält sich vor, in Bezug auf Teilleistungen eine teilweise Abnahme zu erklären. Einen Anspruch auf Teilabnahmen hat der Auftragnehmer/die Auftragnehmerin nicht.

Zahlung

Der Rechnungsbetrag wird nach erfolgter Abnahme der Leistung und nach Zusendung der Rechnung (in 2-facher Ausfertigung) gezahlt. Gleiches gilt für Teilleistungen im o. g. Sinne. Für die Ermittlung des Rechnungsbetrags einer Teilleistung wird der Flächenanteil am Ganzen zugrunde gelegt.

Zudem wird dem Auftragnehmer/der Auftragnehmerin die Möglichkeit gegeben, nach vollständiger Datenlieferung eine Teilrechnung in Höhe von 50 % des Gesamtbetrags zu stellen. Hierzu werden die Daten nach erfolgter Lieferung einer Schnellprüfung unterzogen und bei positivem Ausgang wird die Teilrechnung zur Zahlung angewiesen. Das Ergebnis der Schnellprüfung lässt keine Rückschlüsse auf die Qualität bzw. Abnahmefähigkeit der Daten zu, da hierfür eine reguläre Abnahmeprüfung erforderlich ist.

Vertragsstrafen, Schadenersatz

- 1) Beginnt der Auftragnehmer/die Auftragnehmerin den Bildflug am ersten geeigneten Bildflugtag und setzt diesen an jedem weiteren geeigneten Bildflugtag fort, wird ein Bonus in Höhe von 3 % des Nettoangebotsgesamtpreises ausgezahlt.
- 2) Wurde der Bildflug am zweiten geeigneten Bildflugtag aus Gründen, die der Auftragnehmer/die Auftragnehmerin zu vertreten hat, nicht begonnen, ist eine Vertragsstrafe in Höhe von 2 % des Nettoangebotsgesamtpreises zu zahlen. Für jeden weiteren geeigneten Bildflugtag, an dem der Bildflug nicht begonnen wurde, ist eine Vertragsstrafe von weiteren 1 % des Nettoangebotsgesamtpreises zu zahlen.
- 3) Wird der Flugaufwand entgegen der Angabe des Angebotes oder/und der eingereichten Bildflugplanung ohne eine besondere Angabe der Gründe um mehr als 1 Flugstunde im Anflug oder im Bildfluggebiet überschritten, so kann der Auftraggeber eine Konventionalstrafe in Höhe von 0,5 % des im Angebotsformular aufgeführten Nettoangebotsgesamtpreises je angefangene überschrittene Flugstunde festsetzen. Darüber hinaus begründet die wettbewerbsverzerrende Falschangabe des Flugaufwands Zweifel an Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit. Im Folgejahr kann der Auftragnehmer/die Auftragnehmerin vom Verfahren ausgeschlossen werden.

- 4) Soweit der Auftragnehmer seine vertraglichen Leistungen infolge höherer Gewalt (z. B. nachweislich ungünstige Witterungsbedingungen, nachgewiesene Flugbeschränkungen durch die Deutsche Flugsicherung u. a.) nicht oder nicht fristgerecht erbringen kann, treten für ihn keine nachteiligen Rechtsfolgen ein. Tritt die Behinderung oder Unterbrechung infolge höherer Gewalt bei Unterauftragnehmern auf, so gilt dies entsprechend.
- 5) Ausdrücklich ausgenommen hiervon sind arbeitsorganisatorische, technische und logistische Probleme, die der Auftragnehmer in Erfüllung des Auftrages zu verantworten hat. Wird der Auftrag ganz oder teilweise aus Gründen, die der Auftragnehmer zu vertreten hat, nicht erfüllt, so kann der Auftraggeber vorbehaltlich entstandener Schadenersatzansprüche des Auftraggebers zusätzlich für die ausgefallenen Arbeitsergebnisse eine Vertragsstrafe in Höhe von 3 % des entsprechenden Auftragswertes geltend machen.
- 6) Kommt der Auftragnehmer in Bezug auf die in aufgeführten Termine in Verzug, ist für jeden Kalendertag des Verzugs eine Vertragsstrafe in Höhe von 0,2 % des im Angebotsblatt aufgeführten Nettoangebotsgesamtpreises zu zahlen. Gleiches gilt, soweit der Auftragnehmer mit seinen Berichtspflichten nach Ziffer ... der Leistungsbeschreibung in Verzug gerät.
- 7) Insgesamt ist die Vertragsstrafe auf 5 % des im Angebotsformular aufgeführten Nettoangebotsgesamtpreises begrenzt. Der Anspruch des Auftraggebers gegen den Auftragnehmer/gegen die Auftragnehmerin auf Ersatz eines ihm möglicherweise entstandenen Schadens bleibt unberührt.
- 8) Ein Anspruch auf Schadenersatz liegt insbesondere dann vor, wenn dem Auftragnehmer aus Gründen, die er zu vertreten hat, der Auftrag entzogen und einem anderen Anbieter zugeteilt wurde. Die Höhe des Schadenersatzanspruches ergibt sich aus der Differenz der beiden netto Angebotspreise.

Bsp. BY: Abnahme, Minderung, Rücktritt und Stornierung

Abnahme

- 1) Der Auftraggeber prüft die Lieferung auf ihre einwandfreie Beschaffenheit und teilt dem Auftragnehmer spätestens 8 Wochen nach Liefereingang das Ergebnis dieser Prüfung mit. Falls eine Nachlieferung fehlender oder mangelhafter Komponenten erforderlich ist, beginnt die Frist für die Abnahme jeweils mit dem erneuten Liefereingang. Die Abnahme kann verweigert werden, wenn die Lieferbedingungen unter den in [Verweis] aufgeführten Bedingungen nicht eingehalten worden sind oder wenn die Daten Fehler aufweisen, die ihren Wert mindern oder aufheben.
- 2) Aufgrund festgestellter Mängel kann eine Wiederholung des Bildfluges verlangt werden. Ist eine Wiederholung aus jahreszeitlichen oder anderen Gründen nicht sinnvoll, kann das fehlerhafte Bildmaterial nach angemessener Zahlungskürzung (Minderung) abgenommen werden.
- 3) Nimmt der Auftraggeber nur einen Teil einer Projektfläche ab, so erfolgt die Bezahlung im Verhältnis der abgenommenen Fläche zur Gesamtfläche unter Verwendung der angebotenen Pauschale für den geflogenen km². Ist der abgenommene Teil im Verhältnis zur Gesamtfläche der Projektfläche klein oder weist er noch Mängel auf, so kann der Auftraggeber den Betrag mindern.

Minderung

- 1) Die Einhaltung der geforderten Spezifikationen und der Genauigkeiten entsprechend der Leistungsbeschreibung ist für die Abnahme des Gesamtauftrages zwingend erforderlich. Jede Form der Nichteinhaltung ist grundsätzlich ein Mangel und begründet, auch in Einzelfällen, auf jeden Fall einen Anspruch auf Minderung. Das Recht auf Abnahmeverweigerung bleibt dadurch unberührt.
- 2) Der Auftraggeber hat in folgenden Fällen das Recht zur angemessenen Minderung:
 - wenn die Lieferung nicht fristgerecht und vollständig erfolgt;
 - wenn die geforderten Qualitätskriterien gemäß der Leistungsbeschreibung nicht eingehalten werden bzw. auch nach mehrmaliger Reklamation nicht zu erwarten ist, dass

die geforderten Qualitätsansprüche erfüllt werden.

Rücktritt und Stornierung

- 1) Der Auftraggeber kann ohne Vorankündigung und Frist vom Vertrag zurücktreten, wenn
 - der Bildflug nicht innerhalb der gesetzten Frist durchgeführt worden ist bzw. nicht durchgeführt werden konnte,
 - der Bildflug nicht durchgeführt worden ist, obwohl nach Bekanntgabe der Flugfreigabe an wenigstens fünf Tagen geeignetes Bildflugwetter geherrscht hat,
 - die Ansprechpartner des Auftragnehmers, wie unter [Verweis] vom Auftraggeber zwingend gefordert, nicht über einwandfreie Kenntnisse der deutschen Sprache in Wort und Schrift, insbesondere über sprachliche Sicherheit im fachtechnischen Dialog, verfügen,
 - nach mehrmaliger Reklamation aus Sicht des Auftraggebers nicht zu erwarten ist, dass die geforderten Qualitätsansprüche erfüllt werden.
 - die erforderlichen Haushaltsmittel nicht, nicht mehr oder nicht in dem erforderlichen Umfang zur Verfügung stehen.
- 2) Der Auftraggeber kann in diesen Fällen die Kosten für den bereits entstandenen Aufwand, insbesondere für Prozessierung und Kontrolle von Datenlieferungen des Auftragnehmers, dem Auftragnehmer in Rechnung stellen. Die durch Neuvergabe der betroffenen Projektflächen entstehenden Mehrkosten trägt bis zu einer Höhe von 10 % des Auftragsvolumens der Auftragnehmer, der die Leistung nicht fristgerecht erbracht hat.
- 3) Das Recht zur außerordentlichen Kündigung bleibt unberührt.
Eine ordentliche Kündigungsmöglichkeit ist beidseitig aufgrund der geforderten Leistung und des eingeschränkten Leistungszeitraums weder vorgesehen noch möglich.

C. Fachliche Leistungsmerkmale einer Luftbildbefliegung

1 Bildflugparameter

1.1 Luftbildkamera

Der Bildflug ist mit einer digitalen Luftbildkamera mit Flächensensor durchzuführen.

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. Dabei sind die nachfolgend im Leitfaden benannten Bedingungen einzuhalten.

Bei der Wahl der Luftbildkamera und der Weiterverarbeitung der Luftbilder spielt die Konstruktion des Sensors eine wichtige Rolle (z. B. Zeilensensor, Flächensensor, simultane Aufzeichnung des panchromatischen, des roten, grünen und blauen Kanals sowie des nahen Infrarots über getrennte Optiken, Bayer-Pattern).

Sollen unbekannte bzw. neue Luftbildkameras eingesetzt werden, ist es sinnvoll, sich Ergebnisse, die mit Luftbildern dieser Luftbildkamera erzeugt wurden, vorlegen zu lassen, sodass eingeschätzt werden kann, ob diese zur Erzeugung der eigenen Ergebnisse geeignet sind. Werden die Ergebnisse nicht durch den Auftragnehmer erzeugt, ist darauf zu achten, dass die Verarbeitung der Luftbilder mit der beim Auftraggeber vorhandenen Software möglich ist (siehe auch Abschn. C.6.2).

Bsp. TH: Kamera

Es sind ausschließlich digitale großformatige Luftbildkameras mit Flächensensoren einschließlich stabilisierter Aufhängung und Bildwanderungsausgleich zu verwenden, die in der Lage sind den panchromatischen, roten, grünen und blauen Kanal sowie den des nahen Infrarots über getrennte Optiken simultan aufzuzeichnen und deren Brennweite für den panchromatischen Kanal 125 mm nicht überschreiten darf. Die Luftbildkamera muss geometrisch und radiometrisch kalibriert sein.

...

Für jede zum Einsatz gekommene Luftbildkamera sind das Kalibrierungsprotokoll/-zertifikat (in Langversion) sowie die Nachweise zur Gültigkeit der Kalibrierung in digitaler Form im pdf-Format zu liefern.

Bsp. NW: Ergänzung

Die Luftbildkamera muss den Anforderungen gemäß DIN 18740-4 genügen und bei einer Bodenauflösung von 10 cm eine Mindestfläche von 3 km² aufnehmen können.

Bsp. MV: Technische herstellernerneutrale Eingrenzung der Kamerasensoren:

- Das PAN-Sharpener-Verhältnis muss mindestens 1:3,2 oder besser betragen.
- Die Brennweite der Luftbildkamera muss mindestens 90 mm und darf maximal 120 mm betragen.
- Der Aufnahmebereich pro Luftbild (Fläche des Footprint) bei der zu erreichenden Bodenauflösung (GSD) von <10 cm sollte mindestens 3 km² betragen. Die Aufnahmebreite eines Flugstreifens muss hierbei eine Mindestbreite von 2.000 m haben.

1.2 Kalibrierung der Luftbildkamera

Die Kalibrierung der Kamera muss vom Auftragnehmer 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 Frequenz der Wiederholung der Kalibrierung und/oder der Durchführung von Validierungsprüfungen kann ein Kriterium zur Bewertung des Angebots sein (D.1.3)*

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 Veränderungen an der Kamera, kann anstelle 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.

Bsp. NW: Ergänzung

- Liegt die Kalibrierung zum Zeitpunkt des Bildfluges länger als ein Jahr zurück und erfolgten keine Umbauten an der Kamera, kann an Stelle einer erneuten Herstellerkalibrierung die Invarianz der geometrischen Kalibrierungswerte durch eine Validierung nachgewiesen oder die Kamera durch eine Selbstkalibrierung (Field Calibration, in-situ-Kalibrierung) geometrisch neu kalibriert werden. Das neue Kalibrierzertifikat des Kameraherstellers oder die Dokumentation der Validierung oder der Selbstkalibrierung ist mit dem ersten Projektstatusbericht (...) nach Aufnahme der Befliegung vorzulegen.
- Liegt die Kalibrierung zum Zeitpunkt des Bildfluges länger als drei Jahre zurück, ist eine erneute Herstellerkalibrierung durchzuführen und durch Kalibrierungszertifikat des Herstellers nachzuweisen.

Nachweise zur geometrischen und radiometrischen Kalibrierung:

Nachfolgendes gilt als redaktionelle Hinweise bzw. Erklärungen. Sie sollten zur Präzisierung von Begrifflichkeiten in der Leistungsbeschreibung genutzt werden.

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.

Die 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 1) nachzuweisen.

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

1.3 Belichtung

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

1.4 Bewegungsunschärfe

Die maximale Bewegungsunschärfe muss kleiner sein als die angestrebte Bodenauflösung. Das Kamerasystem muss daher 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 werden¹. Alternativ ist dies in Flugrichtung durch die Kombination von Fluggeschwindigkeit, Verschlusszeit der Kamera und Bodenauflösung zu gewährleisten.

Eine durch Winkeländerungen entstehende Bewegungsunschärfe muss durch Einsatz einer stabilisierenden Plattform kompensiert werden².

1.5 Geometrie des Farbbildes durch Pansharpending

Bedingt durch den Aufbau der Luftbildkamera kann das Farbbild eine schlechtere geometrische Auflösung besitzen. Daher ist für die Geometrie des Farbbildes der geometriegebende Kanal zu nutzen. Im nachfolgenden Text ist der geometriegebende Kanal der panchromatische Kanal:

- 1) Das zu liefernde Farbbild soll die Geometrie (Auflösung und Lagetreue der Pixel) des panchromatischen Kanals beinhalten und ist mittels des Pansharpending-Verfahrens abzuleiten³.
- 2) Das Pansharpending-Verhältnis darf nicht schlechter als 1:4 sein.

1.6 Orientierungsgenauigkeit (bei Einsatz der direkten Georeferenzierung)

- 1) Alle Maßnahmen zum Erreichen der geforderten Genauigkeiten werden im erforderlichen Umfang eigenverantwortlich durch den Auftragnehmer getroffen.
- 2) Die Orientierungsgenauigkeit ist durch eine Boresight-Kalibrierung abzusichern.
- 3) Durch die in der direkten Georeferenzierung zu bestimmenden Orientierungsparameter ist für eindeutig identifizierbare Punkte eine stereoskopische Lage- und Höhenauswertung des

¹ gemäß DIN 18740-4:2007-09, 4.1.2.2, 1. und 2. Absatz

² gemäß DIN 18740-4:2007-09, 4.1.2.2, 2. Absatz

³ gemäß DIN 18740-4:2007-09, 4.1.1, letzter Absatz

Bildmaterials mit einer Zuverlässigkeit von 95 % von 0,5 m für den räumlichen Fehlervektor zu gewährleisten.

- 4) Für jedes Bild des Bildverbandes ist eine Sensororientierung mittels differenzieller GNSS-Messung in Verbindung mit einem inertialen Messsystem (IMU) durchzuführen⁴.
- 5) Es sind die jeweils nächstgelegenen SAPOS-Referenzstationen des Auftraggebers zu verwenden. Die Bereitstellung / der Zugriff ist rechtzeitig durch den Auftragnehmer anzumelden.

Bsp. TH: Nachweis der Orientierungsgenauigkeit

- 1) Für die Prüfung der Genauigkeit beim Auftraggeber werden dem Auftragnehmer (nach Anforderung durch Auftraggeber) einige Passpunkte mit deren Näherungskordinaten übergeben. Diese sind durch den Auftragnehmer in dem mit der direkten Georeferenzierung orientierten Bildverband anzumessen. Die gemessenen Koordinaten (Messungen ohne vorherige Aerotriangulation) sind als Koordinatentripel pro Bildfluggebiet in dem in der Leistungsbeschreibung genannten Koordinatensystem im ASCII-Format wie folgt zu liefern, wobei pro Koordinatentripel eine Zeile, als Trennzeichen zwischen den Werten 1 Leerzeichen und als Dezimaltrennzeichen der Punkt zu benutzen ist.

Struktur:

[Passpunktnummer des Auftraggebers] [Näherungskordinate-Ostwert] [Näherungskordinate-Nordwert] [Näherungskordinate-Höhe] [gemessener Ostwert] [gemessener Nordwert] [gemessene Höhe]

Bsp.:

```
680280 32711472.000 5631131.000 325.000 32711472.640 5631131.210 325.560
680281 32711534.000 5631052.000 315.000 32711534.950 5631052.900 315.330
680282 32711388.000 5631013.000 311.000 32711388.980 5631013.510 311.020
```

Dateiname:

[Bildflugnummer]_PP_gemessen_ETRS_DHHN2016.txt

Bsp.: 201501_PP_gemessen_ETRS_DHHN2016.txt

- 2) Werden die geforderten Genauigkeiten bei der Abnahme nicht erreicht, so hat der Auftraggeber das Recht, vom Auftragnehmer die Verknüpfung der Bilder mit anschließender Aerotriangulation und Bündelblockausgleichung zu verlangen, wenn die Ergebnisse ansonsten grundsätzlich brauchbar sind. Die zu übergebenden Ergebnisse sowie deren Strukturen und Formate werden dann im beiderseitigen Einvernehmen festgelegt. Sie müssen jedoch von den unter lfd. Nr. X.X benannten Softwareprodukten problemlos weiterverarbeitet werden können. Alle hierfür entstehenden Kosten trägt der Auftragnehmer.

Bsp. TH: SAPOS-Referenzstationen:

- Der Auftraggeber stellt dem Auftragnehmer die von den SAPOS[®]-Referenzstationen des TLBG mit einer Aufzeichnungsrate von 1 Sekunde aufgezeichneten Daten im RINEX-Format sowie die Berechnung virtueller Referenzstationen kostenfrei zur Verfügung. Die Daten sind selbständig abzurufen. Der Zugang erfolgt über das Internet (www.sapos.thueringen.de) mittels einer Nutzeranmeldung und Passwort, die vom Auftraggeber auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden.
- Ansprechpartner für die SAPOS[®]-Referenzstationen sowie die Transformation beim Auftraggeber ist Herr/Frau xxx, Tel. : 0361 xxx, Fax : 0361 xxx, E-Mail : sapos@tlbg.thueringen.de. Weitere Informationen finden Sie außerdem unter www.sapos.thueringen.de.

⁴ gemäß DIN 18740-4:2007-09, 4.1.4

1.7 Bodenauflösung

- 1) Es ist eine originäre Bodenauflösung für den geometriergebenden Kanal (z. B. panchromatischen Kanal) von mind. 0,20 m einzuhalten.
- 2) Die geforderte Bodenauflösung darf bezogen auf das Gelände des gesamten Bildfluggebietes nicht überschritten werden und gilt damit auch für den tiefsten Geländepunkt des Bildfluggebietes.

1.8 Spektrale Auflösung

Die Aufnahme erfolgt als 4-Kanal-multispektral-Bild (RGBI).

1.9 Radiometrische Auflösung

Die Aufnahme erfolgt mit einer radiometrischen Auflösung von mindestens 12 Bit / Kanal.

1.10 Längs- / Querüberdeckung

- 1) Es ist eine Längsüberdeckung von mindestens 60 % und eine Querüberdeckung von mindestens 30 % einzuhalten.
Für die Erstellung von TrueDOP ist eine Längsüberdeckung von mindestens 80 % und eine Querüberdeckung von mindestens 50 %, in urbanen Gebieten von mindestens 60 %, anzuhalten.
- 2) Die geforderten Überdeckungsverhältnisse dürfen bezogen auf das Gelände des gesamten Bildfluggebietes, also auch am höchsten Geländepunkt des Bildfluggebietes, nicht unterschritten werden.

Bei stark bewegtem Gelände kann aus der Bedingung der Bodenauflösung in Kombination mit der Längs- und Querüberdeckung das Erfordernis nach mehreren Flugniveaus resultieren. Dieses sollte in der Bildflugplanung gesondert angezeigt werden.

Bsp. MV: Querüberlappungen

Querüberdeckung allgemein:

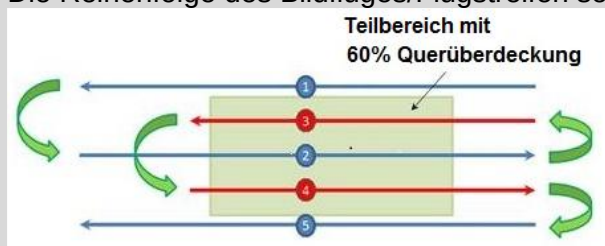
Es ist grundsätzlich eine Querüberdeckung von mindestens 35 % einzuhalten. Die Querüberdeckung hat zu gewährleisten, dass Objekte im Mittelbereich der Querüberlappung keinen Bildsturz erzeugen, welcher einen Effekt (verdeckten Bereich) von maximal 2 m (bei einer Objekthöhe von 6 m) überschreitet.

Querüberdeckung Stadtgebiete:

Es ist eine Querüberdeckung von mindestens 60 % einzuhalten. Die Querüberdeckung hat zu gewährleisten, dass Objekte im Mittelbereich der Querüberlappung keinen Bildsturz erzeugen, welcher einen Effekt (verdeckten Bereich) von maximal 2 m (bei einer Objekthöhe von 10 m) überschreitet.

Bsp. RP: Zwischenstreifen innerhalb von Teilbereichen

- 1) In einem vorgegebenen Teilbereich eines Loses sollen zusätzlich Zwischenstreifen beflogen werden, um eine Querüberdeckung von mindestens 60 % zu erreichen. Die Zwischenstreifen sind innerhalb der vorgegebenen Abgrenzung (s. X.X), zwischen 2 Flugstreifen (Mitte) des entsprechenden Loses zu planen und zu befiegen.
- 2) Die Reihenfolge des Bildfluges/Flugstreifen soll nach folgendem Beispiel erfolgen:



Blau: Flugstreifen L 80 % und Q 30 %

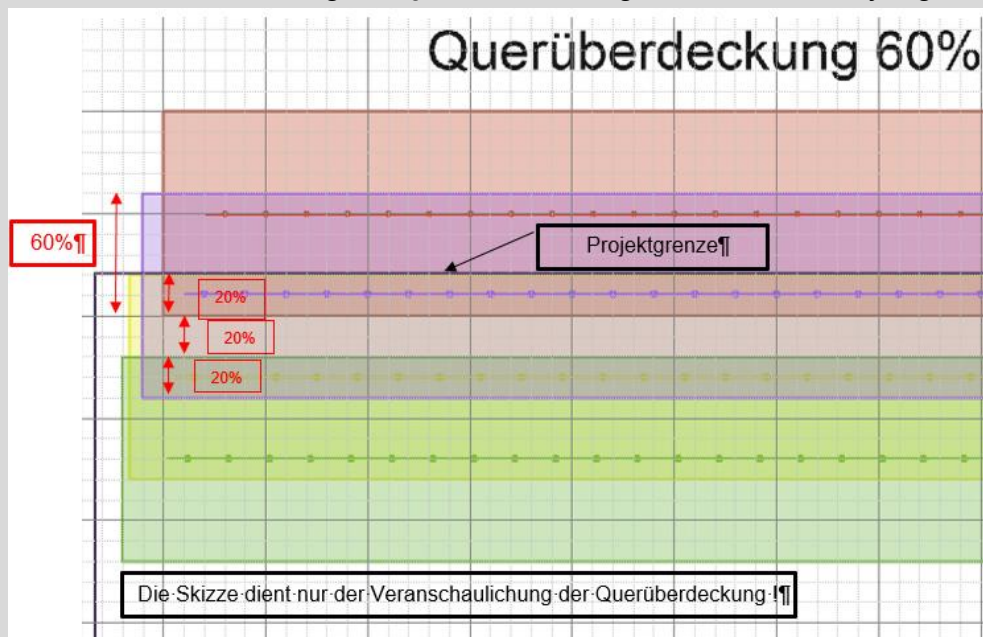
Rot: Zwischenstreifen L 80 % und Q 60 %

- 3) Die Nummerierung der Flugstreifen und Bilddateien (wie befliegen) soll fortlaufend erfolgen.
- 4) Für die Befliegung der Zwischenstreifen gelten die gleichen Spezifikationen der Leistungsbeschreibung.

Bsp. TH: Ergänzung, wenn Bildflug zur TrueDOP-Herstellung dient

- 1) Es ist eine Längsüberdeckung von $\geq 80\%$ und eine Querüberdeckung von $\geq 50\%$ einzuhalten. D.h.:
 - für die Längsüberdeckung, dass jede Bildmitte, die im Bildfluggebiet liegt, mindestens von 5 Luftbildern des gleichen Flugstreifens überdeckt werden muss.
 - für die Querüberdeckung, dass jedes Luftbild, dessen Bildmitte im Bildfluggebiet liegt, von den Luftbildern in den nördlich und südlich angrenzenden Flugstreifen zu mindestens 50 % überdeckt werden muss.
- 2) Die geforderten Überdeckungsverhältnisse sind im gesamten Gebiet einschließlich der Gebietsgrenzen sowie am höchsten Geländepunkt des jeweiligen Bildfluggebietes einzuhalten, wobei die nördlichen und südlichen Gebietsgrenzen jeweils bereits von 2 Streifen erfasst werden müssen.

Bsp. BB: Skizze zur Erklärung der Querüberdeckung am Rand des Projektgebietes



1.11 Gebietsabdeckung

- 1) Das Befliegungsgebiet ist so aufzunehmen, dass ein lückenloses Dense Image Matching und eine sichere stereoskopische Erfassung und Auswertung – bis und inklusive des Gebietsrandes – möglich ist. Insbesondere bei den Luftbildern am Gebietsrand ist auf die Einhaltung der Winkel zu achten.
- 2) Die Flugstreifen sind über das Befliegungsgebiet hinaus um je eine zusätzliche Basislänge am Anfang und am Ende zu erweitern.

Für die Erstellung von TrueDOP ist das Befliegungsgebiet um min. zwei volle Basislängen am Anfang und Ende zu erweitern.

Bsp. NI: Ergänzung

Zusätzlich ist auf einer Befliegungsfläche, die 500 m über die jeweilige Begrenzung des Befliegungsgebietes hinausreicht, welche parallel zur Flugrichtung verläuft, ebenfalls die geforderte Längs- und Querüberdeckung einzuhalten.

Bsp. TH: Ergänzung, wenn Bildflug zur TrueDOP-Herstellung dient

Das Bildfluggebiet ist so aufzunehmen, dass alle benannten Bedingungen und Parameter lückenlos für das gesamte Gebiet – auch für die Gebietsgrenzen – erfüllt werden; insbesondere ist auf die geforderten Längs- und Querüberdeckungen zu achten. Gleiches gilt auch für etwaige Teil-Bildfluggebiete. Weiterhin ist bei den Luftbildern am Gebietsrand auf die Einhaltung der Winkel zu achten.

Bsp. NW: Ergänzung

Die Lage der ersten und der letzten Flugachsen sind mindestens auf die nördliche und südliche Grenze des Arbeitsgebietes anzuordnen.

1.12 Längsstreifen / Querstreifen

- 1) Die Flugstreifenlänge muss sich an den technischen Vorgaben des Inertialsystems orientieren.
- 2) Der Einsatz von Querstreifen ist produkt- und technologieabhängig.
- 3) Ein nicht vertretbarer Qualitätsverlust der Aufnahmen sowie der direkten Georeferenzierung durch eine überhöhte Flugstreifenlänge ist auszuschließen.

Die Losdefinition erfolgt länderspezifisch und sollte eine Flugstreifenlänge von 60 km nicht überschreiten.

Bsp. TH: Ergänzung

Alle Querstreifen eines Bildfluggebietes oder eines Teil-Bildfluggebietes müssen unmittelbar zeitlich aufeinanderfolgend beflogen werden, wobei dies zeitlich direkt vor oder nach dem Flug der Längsstreifen erfolgen muss. Der Sonnenstand lt. Punkt xxx kann dabei unterschritten werden.

1.13 Flugrichtung

Die Flugrichtung sollte in der Leistungsbeschreibung vorgegeben werden. Beispielsweise können die Flugachsen so gelegt werden, dass mit dem kürzesten Flugweg und der geringsten Bildflugzeit die vollständige Erfassung des Befliegungsgebietes erreicht wird. Eine Befliegung in West-Ost-/Ost-West-Richtung begünstigt die spätere stereoskopische Auswertung, insbesondere die manuelle.

1.14 Flugdurchführung

- 1) Jedes Bildfluggebiet / Los ist einzeln möglichst an einem Tag zu befiegen. Ist das nicht möglich, sind zumindest die Teilblöcke – *sofern durch den Auftraggeber definiert* – am jeweiligen Bildflugtag vollständig aufzunehmen.
Ausnahmen sind nur nach vorhergehender Absprache und der Zustimmung des Auftraggebers zugelassen.
- 2) Die Flugstreifen sind fortlaufend zu fliegen.
- 3) Benachbarte Flugstreifen sind unmittelbar nacheinander zu befiegen. Aus flugtechnischen und ökologischen Gründen, insbesondere bei Variation der Querüberdeckung innerhalb eines Bildfluggebietes, kann die Streifenfolge bis maximal zwei Zwischenstreifen verändert werden (Streifenfolge z. B.: 1, 4, 2, 5, 3, 6, 9, 7, 10, 8 usw.). Es ist jedoch sicherzustellen, dass die Sonnenstände benachbarter Streifen etwa identisch sind. Es dürfen zwischen zwei Bildflugtagen keine Streifenlücken entstehen.
- 4) In Flugrichtung benachbarte Lose sind nicht zusammenhängend zu befiegen.
- 5) Innerhalb eines Bildfluggebiets / Loses / Teilblocks ist nur jeweils dieselbe Kamera zulässig.

- 6) Nachbefliegungen sind mit demselben digitalen Sensor durchzuführen. Abweichungen hiervon bedürfen zuvor der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers.
- 7) Es dürfen während des Fluges nur Aufnahmen für diesen Auftrag gemacht werden. Andere als die für den Aufnahmезweck erforderlichen Sensoren dürfen während des Fluges nicht in Betrieb genommen werden.
- 8) Während des Bildfluges muss ein Operateur im Flugzeug anwesend sein, der den korrekten Ablauf des Bildfluges überwacht und bei Problemen sofort eingreifen kann.

Bsp. NW: wenn der Flug von Teil-Blöcken erlaubt wird

Ist die vollständige Befliegung des gesamten Bildfluggebietes nicht an einem Tag möglich, sind zumindest die Teilblöcke am jeweiligen Bildflugtag vollständig aufzunehmen.

Hierbei ist zu beachten, dass ein zusätzlicher Streifen außerhalb der Teil-Blockgrenze befliegen werden muss, wenn ansonsten die Bildmittelpunkte der nördlichsten bzw. südlichsten Flugachse innerhalb des Blocks mehr als 200 m von der Blockgrenze entfernt liegen würden.

1.15 Verfahren bei Flugunterbrechung

- 1) Wird ein Flugstreifen unterbrochen, dann ist dieser vollständig erneut zu befliegen, so dass ein eindeutiger, widerspruchsfreier Datensatz erzeugt wird.
- 2) Bei Flugunterbrechungen ist sicherzustellen, dass direkt benachbarte Flugstreifen eines Bildfluggebietes bzw. eines Teilblocks etwa identische Sonnen- sowie Vegetationsstände aufweisen. Kann dies nicht eingehalten werden, sind die Nachbarflugstreifen erneut zu befliegen und zu liefern (bzw. das Gebiet vollständig neu zu befliegen).
- 3) Es ist sicherzustellen, dass dadurch nur zusammenhängende Teilblöcke entstehen, die vollständig von Passpunkten umschlossen sind und damit Passpunktgruppen in deren jeweiligem ersten und letzten Streifen enthalten.
- 4) Bildflugunterbrechungen sind zu benennen und zu begründen.

Bsp. MV: alternative Formulierung

- 1) Unterbrechungen, die nicht am selben Tag fortgesetzt werden können, sind erneut so zu beginnen, dass die Bearbeitungseinheiten von 2x2 km²-Kacheln durch die Aufnahmeflächen eines Kalendertages abgedeckt werden. Der nördlichste bzw. südlichste Streifen des Teilgebietes ist so aufzunehmen, dass die [vorher] beschriebenen Bildstürze an den Bildfluggebietsbegrenzungen nicht überschritten werden. Eine Überlappung von mindestens 100 m nördlich und südlich zu den Gebietsbegrenzungen ist als Mindestmaß einzuhalten.
- 2) Bei Flugunterbrechungen von mehr als 7 Kalendertagen und verspäteten Nachbefliegungen sind zusammenhängende Gebiete von mindestens 5 Flugstreifen einzuhalten.

Bsp. NW: alternative Formulierung

- 1) Bei kurzzeitigen witterungs- und technisch bedingten Flugunterbrechungen innerhalb eines Flugstreifens muss die Überlappung zum bereits geflogenen Bildmaterial mindestens zwei volle Bildformate betragen; die ursprüngliche Flugrichtung ist einzuhalten. Dauert die Flugunterbrechung länger als 4 Stunden, ist der Flugstreifen am gleichen Tag erneut vollständig zu befliegen.
- 2) Wird ein Teil-Block innerhalb eines Tages unterbrochen (z. B. durch einen Tankstopp), muss sichergestellt werden, dass zumindest eine UTM 2x2 km Kachel in einem Flugdurchgang erfasst wird. Es obliegt dem Auftragnehmer zu entscheiden, ob bei der Fortsetzung des Fluges am selben Tag, Flugstreifen wiederholt aufzunehmen sind.
- 3) Kann der Bildflug nicht am gleichen Tag fortgesetzt werden, ist bei Wiederaufnahme der unterbrochene Teilblock im Ganzen erneut zu befliegen. Ausnahmen sind nur nach vorhergehender Absprache und Zustimmung des Auftraggebers möglich.
- 4) Nachbefliegungen sind mit demselben digitalen Sensor durchzuführen.
- 5) Bildflugunterbrechungen sind im Projektstatusbericht zu benennen und zu begründen.

Bsp. BB: alternative Formulierung

- 1) Die Flugstreifen sind grundsätzlich durchzufliegen.
- 2) Luftbildaufnahmen mit Wolken, Wolkenschatten und starkem Dunst sind generell nachzufliegen.
- 3) Bei Unterbrechungen mit einem zeitlichen Abstand von mindestens sieben Tagen von der ursprünglichen Befliegung sind die Nachbarflugstreifen erneut zu befliegen und zu liefern (bzw. das Gebiet vollständig neu zu befliegen).
- 4) Erfolgt die Nachbefliegung noch am selben Tag, zeitlich unmittelbar folgend, ist keine neue Bildflugnummer erforderlich.
- 5) Wenn die Nachbefliegung nicht am selben Tag möglich ist, muss eine Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgen. In diesem Fall ist die Verwendung einer neuen Bildflugnummer zwingend notwendig.
- 6) Bilder mit Qualitätsmängeln sind zu löschen.

2 Flugbedingungen / Konfiguration des Bildfluggebietes**2.1 Ausführungsfrist**

- 1) Die Ausführungsfrist bezieht sich nur auf die Durchführung der Befliegung. Die Verantwortung für eine fristgerechte Auftragsausführung liegt beim Auftragnehmer. Zu Beginn der Ausführungsfrist des Bildflugs erteilt der Auftraggeber für jedes einzelne Los die Ausführungsfreigabe. Telefonisch erteilte Freigaben werden per E-Mail bestätigt.
- 2) Es wird ein Befliegungszeitraum festgesetzt vom xx.xx. bis xx.xx.xxxx.

Bsp. NW: Ergänzung, wenn der Zustand der Vegetation vorgeschrieben wird:

Ist die Belaubung (in belaubungsfreien Losen) zu weit fortgeschritten, kann dem Ziel des Auftrages nicht mehr entsprochen werden. Falls der Belaubungszustand (in belaubten Losen) noch nicht weit genug fortgeschritten ist, kann die Ausführungsfreigabe später als am xx.xx erfolgen.

- 3) Der Auftraggeber behält sich eine Verlängerung der Frist vor. Ein Rechtsanspruch darauf besteht nicht.
- 4) Der Befliegungsauftrag erlischt ohne Setzen einer Nachfrist mit Ablauf des letzten Tages des gesetzten Befliegungszeitraums beziehungsweise der eingeräumten Verlängerung.
- 5) Der Auftragnehmer hat das Recht, ausgeführte Befliegungen innerhalb der Ausführungsfrist nachzubessern oder zu wiederholen. Der Auftraggeber ist von dieser Absicht unverzüglich zu unterrichten.
- 6) Soweit der Auftragnehmer die Befliegung unverschuldet nicht termingerecht zu Ende bringt, kann der Auftraggeber die mängelfreie Teilbefliegung abnehmen und vergüten, wenn die Daten verwertbar sind. Ein Rechtsanspruch darauf besteht nicht.

2.2 Flugbeschränkungen

- 1) Über Flugbeschränkungen im Bildfluggebiet hat sich der Auftragnehmer selbst zu informieren.
- 2) Die Verantwortung für eine fristgerechte Auftragsausführung liegt beim Auftragnehmer. Damit sind z. B. Flugbeschränkungen, wetterbedingte oder sonstige technische Risiken einzuplanen und somit Bestandteil des Angebotes.

2.3 Maximale Abweichungen in Flugkurs und Drehwinkeln

- | | |
|--|--|
| 1) Flugkurs: | max. ± 50 m Abweichung von der Planung |
| 2) Bildneigungen φ (Nicken) und ω (Rollen): | jeweils max. $\pm 3,0$ gon |
| 3) Bildkantung in κ (Gieren): | max. $\pm 5,0$ gon |

3 Vorgaben der radiometrischen Einstellungen

3.1 Verfahren der radiometrischen Korrektur beim Auftragnehmer

- 1) Das Bildmaterial ist in gleichbleibender, radiometrisch homogener Qualität für das Gebiet eines ganzen Bildfluges zu liefern. Dabei sind graue Objekte mit neutralen Grauwerten in den Lichtern, den Mitten und den Tiefen sicherzustellen⁵.

Bsp. RP: Ergänzung

Bei einer nachträglichen radiometrischen Veränderung der Rohdaten der Befliegung beim Auftragnehmer ist das angewandte Verfahren für alle vier Kanäle zu dokumentieren, damit der Auftraggeber in die Lage versetzt wird, die Rohdaten selbst wiederherzustellen.

- 2) Der NIR-Kanal ist nach dem im Angebot vom Auftragnehmer beschriebenen Verfahren entsprechend radiometrisch zu bearbeiten. Abweichungen hiervon bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

Bsp. aus RP:

Der Infrarotkanal des RGBI-Bildes soll in Verbindung mit dem Rotkanal zur Detektion von Vegetation verwendet werden, daher ist beim Postprocessing auf die Beibehaltung des Verhältnisses dieser beiden Kanäle zu achten.

- 3) 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.

Bsp. NW: Ergänzung

Ausgehend von ihren Maxima sollen die Histogramme möglichst sanfte – idealerweise der Gaußschen Glockenkurve angenäherte – Flanken zu ihren hellen und dunklen Seiten aufweisen. Für eine abschließende Anpassung durch den Auftraggeber, z. B. mittels Adobe Photoshop, sollen an den Histogrammrändern Reserven verbleiben. Keineswegs dürfen an den Rändern Spitzen vorliegen (vgl. Histogrammabbildungen u. Hinweise aus DIN-Norm⁶).

- 4) Als Zwischenergebnis vor einer endgültigen radiometrischen Bearbeitung der Digitalen Luftbilder ist ein Musterdatensatz pro Bildfluggebiet und pro Befliegungstag an den Auftraggeber zu dessen Freigabe zu liefern. Der Musterdatensatz muss zwei repräsentative, sich entsprechend der beauftragten Querüberdeckung überlappende Bildpaare beinhalten, die die Landschaftstypen Siedlung, Feld und Wald beinhalten. Der Musterdatensatz muss den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen.

Bsp. TH:

1. Es ist als Zwischenergebnis vor einer endgültigen radiometrischen Bearbeitung der digitalen Luftbilder spätestens jedoch zum im Punkt x.x angegebenen Termin, ein Musterdatensatz pro Teil-Bildfluggebiet und pro Befliegungstag an den Auftraggeber zu dessen Freigabe zu liefern.
2. Der Auftraggeber gibt dazu anhand von Koordinaten eine Position der zuliefernden Mus-

⁵ gemäß DIN18740-2:2005:02, Anhang D.2 und D.3

⁶ DIN 18740-2:2005-02, Anhang D.2 und D.3

terbilder pro Teil-Bildfluggebiet vor. Es sind pro Befliegungstag und pro Teil-Bildfluggebiet die zwei Musterbilder, die sich zu 50 % quer überlappen und die vorgegebene Position am besten abdecken, zu übergeben.

4 Bildflugbedingungen

4.1 Sonnenstand

Die Bilder sind bei einem Sonnenstand von mindestens 30° über dem Horizont aufzunehmen.

In Ausnahmefällen kann der Sonnenstand unterschritten werden. Bei einem höheren Sonnenstand verkürzen sich die Schatten, die Lichtverhältnisse werden besser, aber das Befliegungsfenster pro Tag wird eingeschränkt (insbesondere im zeitigen Frühjahr und späten Herbst). Der Sonnenstand von 25° sollte nicht unterschritten werden.

Bsp. NI:

(1) Die Befliegung ist bei einem Sonnenstand von mindestens

25° ab 19. Februar

27° ab 01. März

30° ab 16. März

über dem Horizont auszuführen.

Sollte das Flugfenster nicht für eine Gesamtbefliegung ausreichen, darf der geforderte Sonnenstand um max. 2° abweichen.

(2) Für die tageszeitabhängige Einhaltung innerhalb des vorgegebenen Befliegungszeitraums haftet der Auftragnehmer.

4.2 Befliegungszeitraum

Die Festlegung, ob der Bildflug im Frühjahr (vegetationsarme) bzw. im Sommer (Vegetationsbefliegung) durchgeführt werden soll, ist vom Zweck der Befliegung abhängig.

Bsp. NW:

Für den Verwendungszweck des Bildmaterials ist der Vegetationszustand von entscheidender Bedeutung. Für die Lose X bis Y ist ein laubfreier, höchstens gering belaubter Vegetationszustand, für die Lose Y+1 bis Z ist die Vollbelaubung erforderlich.

Daher wird ein Befliegungszeitraum festgesetzt

für die Lose X bis Y vom 01.03. bis 15.04.20xx und

für die Lose Y+1 bis Z vom 01.05. bis 30.06.20xx

Bsp. BY:

Die Befliegung erfolgt als Sommerbefliegung. Der frühestmögliche Befliegungsbeginn richtet sich nach dem Fortschritt der Vegetation, insbesondere der Belaubung, und der Schneeschmelze. Den genauen Zeitpunkt des Befliegungsbeginns teilt der Auftraggeber kurzfristig mit. In Abhängigkeit von der Höhenlage des aufzunehmenden Gebietes ist i. d. R. zwischen Mitte April und Mitte Mai mit einer Freigabe zu rechnen. Der späteste Flugtermin ist der 5. August 20xx.

4.3 Wolken, Dunst

Die Bildqualität darf nicht durch Wolken, Wolkenschatten, großflächigen Rauch oder Dunst beeinträchtigt sein.

Bsp. NI:

Die Bildqualität darf nicht durch Wolken, Ausnahme ist die Befliegung unter einer geschlossenen Wolkendecke, Dunst und großflächigen Rauch bzw. deren Schatten beeinträchtigt sein.

Bsp. SN:

Der Bildflug ist im Sommer 20xx zu realisieren. Er darf nur durchgeführt werden, wenn folgende Bedingungen im Losgebiet erfüllt sind:

...

- keine Wolken*

...

* Der Bildflug kann auch unter einer hohen, geschlossenen Wolkendecke erfolgen. Im Ergebnis müssen jedoch annähernd gleiche Lichtverhältnisse in den Luftbilddaten eines Flugtages vorliegen. Es dürfen keine einzelnen Wolkenschatten (und auch keine Wolken) in den Luftbilddaten erkennbar sein.

4.4 Schnee, Raureif, Überflutung, Eis

- 1) Das Befliegungsgebiet muss grundsätzlich frei von großflächigen Überflutungen, Schnee, Raureif und Eis sein.
- 2) Ausnahmen sind nur nach vorhergehender Absprache und der Zustimmung des Auftraggebers zugelassen.

4.5 Wasserflächen

Im Befliegungsgebiet liegende Wasserflächen sind vollständig mit zu erfassen.

5 Bildflugplanung, Ordnungskriterien für Dateibezeichnungen

5.1 Ordnungskriterium der Luftbilddaten (Nummerierung)

Die endgültige Nummerierung der Luftbilder ist vorzugeben. Sie sollte bildflugbezogen eindeutig einschließlich möglicher Nachbefliegungen erfolgen. Es dürfen sich auch durch Nachbefliegungen keine Doppelnummerierungen ergeben.

Es ist darauf zu achten, dass die Bezeichnung der Luftbilder zu allen zu liefernden Ergebnissen (insbesondere zu den GNSS/INS-Daten) konsistent ist.

Bsp. MV: Ergänzung

- 1) Die Bilder der Befliegungsfläche sind innerhalb eines Flugstreifens fortlaufend von West nach Ost zu nummerieren. Wird der Bildflug unterbrochen, muss die erste Bildnummer des neuen Ansatzes an die letzte Bildnummer vor dem Abbruch anschließen.
- 2) Benachbarte Luftbilder zwischen zwei benachbarten Flugstreifen sollen etwa den gleichen Rechtswert und die gleiche fortlaufende Bildnummer innerhalb des Streifens haben. Dieses hat zur Folge, dass ein Flugstreifen nicht zwingend mit der Bildnummer 1 beginnt.

Bsp. NW:

- 1) Die Bilder sind fortlaufend in Flugrichtung zu nummerieren. Wird der Bildflug unterbrochen, muss die erste Bildnummer des neuen Ansatzes an die letzte Bildnummer vor dem Abbruch anschließen.
- 2) Innerhalb des Aufnahmegebietes darf dieselbe Bildnummer nur einmal im Flugstreifen vorkommen. Bei Nachbefliegungen sind Doppelnummerierungen nicht zulässig.
- 3) Die Nummerierung muss nach folgender Syntax erfolgen: AAAA_SS_BBBB.tif.
(Beispiel: 1187_1_391.tif)

AAAA:	vierstellige Arbeitsgebietsnummer,
SS:	höchstens zweistellige Streifennummer
BBBB:	höchstens vierstellige Bildnummer
- 4) Führende Nullen dürfen nicht verwendet werden.

5.2 Freigabe Bildflugplanung

- 1) Die Bildflugplanung bedarf vor der Befliegung der Freigabe durch den Auftraggeber. Zu diesem Zweck sind die geplanten Bildmitten und Streifen digital vorzulegen (z. B. ASCII-, Shape-, KML-, DXF-Dateien).
- 2) Etwaige Änderungen der Bildflugplanung nach der Freigabe müssen dem Auftraggeber rechtzeitig vor Flugdurchführung vorgelegt werden. Der Auftraggeber behält sich vor, den Änderungen nicht zuzustimmen.
- 3) Bei stark bewegtem Gelände kann aus der Bedingung der Bodenauflösung in Kombination mit der Längs- und Querüberdeckung das Erfordernis nach mehreren Flugniveaus resultieren. Dieses ist in der Bildflugplanung gesondert anzuzeigen.
- 4) Insbesondere im bewegten Gelände ist die dynamische Bildflugplanung einzusetzen, um die geforderten Parameter optimal zu erreichen.

Es wird empfohlen sich bereits mit dem Angebot Bildflugplanungen vorlegen zu lassen (siehe B.1.7):

- 5) Bereits im Rahmen der Angebotsabgabe ist die endgültige und verbindliche Bildflugplanung abzugeben.
- 6) Etwaige Korrekturen der Bildflugplanung nach der Zuschlagserteilung dürfen nicht zu Änderungen des angebotenen Preises führen.

Bsp. TH:

Die präzisierte Bildflugplanung pro beauftragtem Bildfluggebiet bedarf für jede einzusetzende Kamera (sowohl des Erst- als auch des Ersatzerfassungssystems) vor der Befliegung der Freigabe durch den Auftraggeber. Zu diesem Zweck sind die geplanten Bildmitten und Streifen in dem unter Punkt xxx benannten Koordinatensystem bis spätestens zu dem in der Tabelle in Punkt xxx benannten Termin vorzulegen unabhängig von der bereits bei der Angebotsabgabe übergebenen Bildflugplanung.

6 Lieferumfang

6.1 Datenträger

- 1) Lieferung:
 - auf handelsüblicher externer Festplatte mit min. USB 3.0.
 - Datenträger gehen in das Eigentum des Auftraggebers über / verbleiben im Eigentum des Auftragnehmers
 - Festplatte und Dateien ohne einschränkende Rechtevergabe
 - Lieferung in zweifacher Ausfertigung (Original und Sicherung)
- 2) Die Funktionsfähigkeit der Datenträger muss lt. Herstellerangaben mindestens für den Zeitraum der Gewährleistung garantiert sein.

6.2 Verwendbarkeit der Ergebnisse in der Software beim Auftraggeber

- 1) Alle zu liefernden Ergebnisse müssen beim Auftraggeber weiterverarbeitet werden können mit der Standardsoftware von ... (*genaue Bezeichnung der Software incl. Versionsnummer*).
- 2) Im Angebot sind entsprechende Aussagen zu machen.

6.3 Datenlieferung

- 1) Die Lieferung muss bildflugweise bzw. teilblockweise komplett erfolgen.

Bsp. MV:

Die Lieferung muss für jeden Befliegungsblock komplett erfolgen. Teillieferungen sind grund-

sätzlich ausgeschlossen.

Alle Daten eines Befliegungsblockes sind ausnahmslos auf nur einem Datenträger mit entsprechender Kapazität zu liefern (Grundsatz: Pro Block eine Festplatte).

Bsp. NW:

Sollte ein Los nicht in engem zeitlichen Zusammenhang vollständig befliegen werden können (mehr als 2 Wochen Unterbrechung) und deshalb die Erfassung der Bilddaten teilblockweise erfolgen, wird die vollständige Lieferung der Daten eines Teilblocks unverzüglich, spätestens 6 Wochen nach dem Aufnahmezeitpunkt, gefordert. Ausnahmen werden nur nach Absprache mit dem Auftraggeber zugelassen.

2) Digitale Bilddaten:

Es sind die gewünschten Bilddaten incl. diverser Ableitungen (z. B. Quickviews) sowie die jeweiligen technischen Ausprägungen zu benennen:

- Farbbild: Farbkanäle (4 Kanäle als RGBI; 3 Kanäle als RGB/NIR/CIR)
- Panchromatisches Bild (PAN)
- Ausrichtung (Rotation z. B. nach Norden)
- Farbtiefe (8/16 Bit / Kanal)
- Bildpyramiden (mit/ohne)
- Datenformat (für Originalbild TIFF, Tiled; für Quickview jpeg)
- Komprimierung (für Originalbild unkomprimiert; für Quickviews Komprimierung bzw. Auflösung [Pix] reduziert auf ca. 20 % vom Originalbild)

Bsp. NI:

- (1) **PAN-Kanal** Bilder, entsprechend der Kameraorientierung, **ohne Rotation**; (≡ „Lvl3, Rotation 0 deg clockwise“, „Y“ = Flight Direction); unkomprimiert, TIF-Tiled-Format; 16-Bit / Kanal, keine Bildpyramiden
- (2) **4-Kanal Bilder, RGBI**, entsprechend der Kameraorientierung, **ohne Rotation**; (≡ „Lvl3, Rotation 0 deg clockwise“, „Y“ = Flight Direction); unkomprimiert, TIF-Tiled-Format; 8-Bit / Kanal, keine Bildpyramiden.
- (3) **TFW**-Dateien (für die 4-Kanal-RGBI Bilder)
- (4) **Quickviews**, ausschließlich 3-Kanal, **RGB, nach Norden orientiert** (wenn erforderlich: durch Lvl3-**Rotation** um 270° / 90°); JPEG-Format, 8-Bit / Kanal; Auflösung [Pix] reduziert auf ca. 20 %.
- (5) **JGW**-Dateien (für die Quickviews)

3) Dokumentation zur Kalibrierung der Kamera im PDF-Format (siehe auch C.1.2):

- vollständiges Kalibrierungszertifikat (Langversion) der Kamera
- Feld-Kalibrierungszertifikat des Kamerahersteller bei Selbstkalibrierung
- Protokoll lt. Anlage 1 bei Validierungsprüfung

4) Dokumentation der Kalibrierung der inertialen Messeinheit im PDF-Format

5) Differenzwinkel zwischen dem Rahmen des Inertialsensors und der Kamera („misalignment angles“)

6) GNSS-Antennen-Offset in mm-Genauigkeit

7) Orientierungsparameter

- Bildflug-, Streifen-, Bild-Nummer
- GNSS-Zeit
- Rechtswert, Hochwert, Höhe in [zu spezifizierendem Bezugssystem Lage/Höhe, Angabe EPSG-Code]
- Omega / Phi / Kappa

Weitere mögliche Inhalte:

- Principal Point (PPA) in x-/y-Richtung
 - Aufnahmedatum
 - Kameraname, Seriennummer der Kamera
- 8) Hat der Auftragnehmer eine Aerotriangulation (AT) durchgeführt, so sind die Ergebnisse der direkten Georeferenzierung (vor AT) und das AT-Ergebnis in den gleichen Formaten zu liefern. Die Durchführung einer AT ist im Abschlussbericht schriftlich anzuzeigen und zu beschreiben. Alle Dateien, die während der AT generiert werden, sind zu liefern und ausreichend zu dokumentieren.
- 9) Operatorsbericht / Bildflugprotokoll im PDF- oder Excel-Format
Mögliche Inhalte (Firmenlayout wird akzeptiert):
- Bildflugnummer, Streifen- und Luftbildnummernbereich
 - Aufnahmedatum, Aufnahmezeit, Zeitzone zu Beginn und Ende jedes Fluges
 - Sonnenstand zu Beginn und Ende jedes Fluges
 - Flugzeug, Besatzung
 - Flughöhe, Fluggeschwindigkeit
 - Luftbildkamera incl. Seriennummer, Objektiv, Brennweite
 - Belichtungszeit, Blende, Filter
 - Angaben zu Wetter, Sichtweite, Bewölkung
 - Längs- und Querüberdeckung
 - Besonderheiten und Abweichungen. (z. B. Flugunterbrechungen mit Begründung)
 - zusätzlich ist das Originalprotokoll aus dem Bildflug in Kopie zu übergeben.

Bsp. BY: Ergänzung

Angabe, ob das eingesetzte Flugzeug eine Druckkabine mit Bodenglas besitzt, bei mehreren vorhandenen Kameraschächten zusätzlich Angabe des verwendeten Kameraschachtes.

- 10) Ein Genauigkeitsnachweis der direkten Georeferenzierung inkl. Dokumentation zur Bestimmung der Boresight-Winkel ist digital vorzulegen.
- 11) Metadaten-datei / Luftbildinformationsdatei (csv-Version) pro Bildflug nach AdV-Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder in der aktuellen Version
- 12) Nennung von Hersteller und Version der verwendeten Post-Processing-Software für die Herstellung der Luftbilder
- 13) Bildmittenübersicht im shape- oder pdf-Format: Aufnahmen verschiedener Bildflugtage sind in den Bildmittenübersichten farblich differenziert zu kennzeichnen. Die Flugtage und die zugehörige Farbgebung sind in einer Legende darzustellen.

Bsp. TH: Beispiel Bildmittenübersicht

- a) Alle zu übergebenden Luftbilder sind in einer Bildmittenübersicht als pdf-Datei darzustellen und zu liefern.
- b) Die Grafik muss enthalten:
- Streifennummer, Bildnummer, farbige Kennzeichnung der einzelnen Flugtage (Flugdatum)
- c) Die Legende muss mindestens enthalten:
- als Überschrift: „Bildmittenübersicht des Bildfluggebietes: [Bildflugnummer]“
 - als Inhalt: Kürzel des Bildfluggebietes lt. Punkt xxx, Auftraggeber (TLBG), Auftragnehmer/Flugfirma, Flugdatum und die zugehörige Farbgebung, Namen der Luftbildkamera mit Seriennummer, Brennweite, Bodenauflösung, Spektralkanäle der Luftbilder, Anzahl der Luftbilder und Streifen, Koordinatensystem

- 14) Abschlussbericht pro Bildfluggebiet mit allen geforderten Nachweisen und Angaben

Bsp. TH: Ergänzung zum Abschlussbericht

- Insbesondere sind Aussagen zu technischen und sonstigen Beeinträchtigungen sowie zu Abweichungen von / Übereinstimmung mit der Leistungsbeschreibung zu machen.

- Die Vollständigkeit des durchgeführten Bildfluges ist zu bescheinigen.

Bsp. NW:

Es wird eine umfassende Beschreibung des Projektablaufs (keine Stichpunkte) erwartet, insbesondere Aussagen zum tatsächlichen technischen und organisatorischen Ablauf, zu aufgetretenen Problemen, deren Ursache und Lösung, zur Qualitätskontrolle und Brauchbarkeit der prozessierten Luftbilddaten.

6.4 Qualitätskontrolle beim Auftragnehmer

- 1) Der Auftragnehmer liefert nur Daten,
 - die vor Abgabe auf offensichtliche Fehler überprüft wurden und
 - die für den genannten Zweck uneingeschränkt verwendbar sind.
- 2) Ergibt sich während der Abnahmekontrollen des Auftraggebers, dass derartige, offensichtliche Fehler bereits bei Abgabe vorgelegen haben, hat der Auftraggeber das Recht, Ersatz für die entstandenen Aufwendungen zu verlangen.

6.5 Datensicherung, Aufbewahrungsfrist

- 1) Der Auftragnehmer verpflichtet sich, eine Sicherung der gelieferten originären und der aufbereiteten Daten für die Dauer der Gewährleistung aufzubewahren.
- 2) Auf Verlangen des Auftraggebers werden bei Datenverlusten die Daten ganz oder auch in Teilen durch den Auftragnehmer wieder bereitgestellt.
- 3) Es bleibt dem Auftraggeber vorbehalten, den Auftragnehmer zu entlasten und die Daten nach Absprache und mit schriftlicher Bestätigung auch vorzeitig zum Löschen freizugeben.

Die obigen Formulierungen können zu Preiserhöhungen führen, gewährleisten jedoch ein höheres Sicherheitsniveau.

7 Bezugssystem, Aerotriangulation

7.1 Bezugssystem

Bsp. BY:

Alle Koordinaten sind mit voller Stellenzahl für folgende Systeme anzugeben:

- Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 (ETRS89), Bezugsellipsoid: GRS80, Projektion: Universal Transverse Mercator (UTM), Meridian 9°, Zone 32, EPSG-Code: 25832
- Deutsches Haupthöhennetz 2016 (DHHN 2016), EPSG-Code: 7837

7.2 Aerotriangulation

- 1) Die Georeferenzierung ist durch eine kombinierte GNSS-/INS-Lösung und eine Aerotriangulation durchzuführen.
- 2) Die Einhaltung der geforderten Genauigkeiten ist durch eine geeignete Passpunktkonfiguration zu gewährleisten und zu dokumentieren.

7.3 Zielgenauigkeit für anschließende stereoskopische Lage- und Höhenauswertung

- 1) Überprüfung an Kontrollpunkten:
 - Genauigkeit der direkten Georeferenzierung (vor AT) unter Verwendung der GNSS-/INS-Daten; Messung aller Kontrollpunkte; Standardabweichung $\leq 0,5$ m für Lage und Höhe

- Genauigkeit der AT unter Verwendung der ausgeglichenen Orientierungsdaten; Messung aller Kontrollpunkte; Standardabweichung $\leq 0,2$ m für Lage und $\leq 0,4$ m für Höhe für die Herstellung von DOP20

Anmerkung: Die Werte sind an die eigenen Genauigkeitsanforderungen anzupassen.

- 2) Die maximalen Abweichungen in Lage und Höhe dürfen das Dreifache der Standardabweichung nicht überschreiten.

D. Qualitative Merkmale zur Angebotsbewertung

1 Bewertungskriterien

Eine der bedeutsamsten Handlungen im Verlaufe eines Vergabeverfahrens ist die Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebots. Ob ein Angebot am Ende den Zuschlag erhält, ist in einem mehrstufigen Verfahren zu klären:

- Prüfung der Vollständigkeit des Angebotes (Ausschlusskriterium)
- Eignungsprüfung (Ausschlusskriterium). Zur Klärung der Eignung ist die finanzielle und wirtschaftliche sowie die technische Leistungsfähigkeit und Fachkunde zu beurteilen. Kriterien hierzu werden unter Abschn. B.1.7 vorgeschlagen.
- Welche der verbleibenden Firmen am besten geeignet ist, wird nach in der Ausschreibung bekanntgegebenen Kriterien bewertet.

In den nachfolgenden Unterpunkten werden mögliche Bewertungskriterien aufgezeigt:

1.1 Informationen zur Auftrags- und Projektabwicklung

Die ab dem Befliegungsjahr 2011 geführten Informationsbögen (AK GT-Dokument [1036Rx]) können die Beurteilung der fachlichen Eignung und Zuverlässigkeit eines Anbieters erleichtern.

1.2 Digitale Aufnahmekamera

Die kameraspezifischen Eigenschaften haben unmittelbaren Einfluss auf das Befliegungsergebnis. Der Sensor bedingt z. B. folgende Parameter:

- Pixelgröße
- Fläche des Footprints in der Natur [km²]
- Fläche eines Stereobereiches [km²]
- 14° Abstand Nadir [m]
- Genauigkeit dH bez. Pixelgröße
- Lagegenauigkeit X (max.)
- Lagegenauigkeit Y (max.)
- Anzahl der erforderlichen Bilder
- Pansharpening-Verhältnis
- Flughöhe

Für die relative Bewertung der Kamerasensoren können die Einzeleigenschaften ins Verhältnis gesetzt und anschließend gemittelt werden. Die gemittelten Ergebnisse sind erneut auf einen einheitlichen Maßstab zu übertragen. Gegebenenfalls sollten anwendungsabhängig einzelne Merkmale gesondert gewichtet bzw. außer Acht gelassen werden.

Explizit wird für die AdV-Mitgliedsverwaltungen eine Liste gängiger Kameras und ihrer Eignung für die Aufgabenstellungen der AdV geführt.

1.3 Kalibrierung/Validierung

Die vollständige geometrische und radiometrische Kalibrierung der Kamera darf zu Beginn des Befliegungszeitraums nicht länger als 2 Jahre zurückliegen. Ergänzend kann die Gültigkeit der geometrischen Kalibrierung durch eine Validierungsprüfung gemäß AdV-Produkt- und Qualitätsstandard für Digitale Luftbilder des amtlichen deutschen Vermessungswesens nachgewiesen werden.

Da i. d. R. die Bildflugfirmen die Kalibrierung ihrer Ausrüstung außerhalb der Flugsaison veranlassen und oft in dieser Zeit auch die Ausschreibungen erfolgen, können oftmals keine aktuellen Kalibriernachweise mit dem Angebot abgegeben werden. Daher wird empfohlen, dass der Bieter eine Erklärung bei der Angebotsabgabe abgibt und die aktuellen Nachweise vor der Befliegung bis zum xx.xx.20xx nachzureichen sind.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

• Kalibrierung zu Beginn des Ausführungszeitraums nicht älter als 2 Jahre und Validierung nicht älter als 1 Jahr; • Nachweis der regelmäßigen Wartung incl. Austausch der Verschleißteile im Zyklus von 2 Jahren	100 Punkte
• Kalibrierung zu Beginn des Ausführungszeitraums nicht älter als 2 Jahre; keine gesonderte Validierung • Nachweis der regelmäßigen Wartung incl. Austausch der Verschleißteile im Zyklus von 2 Jahren	80 Punkte
• Kalibrierung zu Beginn des Ausführungszeitraums nicht älter als 2 Jahre und Validierung nicht älter als 1 Jahr; • Keine Wartung	60 Punkte
• Kalibrierung zu Beginn des Ausführungszeitraums nicht älter als 2 Jahre; keine gesonderte Validierung • Keine Wartung	40 Punkte

1.4 Referenzbilddaten

Anhand des Referenzbildes kann die Bildqualität beurteilt werden. Diese wird zum einen durch den Sensor beeinflusst; im Wesentlichen kann hier jedoch die Kompetenz des Anbieters im Umgang mit der Post-Processing-Software bewertet werden.

Es wird empfohlen folgende Faktoren zu untersuchen:

- Angaben zum Referenzbildflug (Geländehöhe Ø, Min., Max., Bezugssystem, Aufnahmedatum, Flugzeit, geforderte Überlappung, Bodenauflösung und minimaler Sonnenstand in [°] ü. Hz.)
- formale Qualität der Musterdateien
- geometrische Qualität der direkten Georeferenzierung
- inhaltliche Qualität der Musterbilder
 - Pixelfehler
- radiometrisch-spektrale Qualität der Musterbilder
 - Kontrast
 - Histogramm

Beispiel eines Bewertungsschemas:

erfüllt die Anforderungen der Leistungsbeschreibung

in vollem Umfang	⇒	100 Punkte
in guter Qualität	⇒	80 Punkte
in befriedigender Qualität	⇒	50 Punkte
nur noch teilweise	⇒	20 Punkte
nicht	⇒	0 Punkte

1.5 Bildflugplanung

Die Vorlage einer detaillierten Bildflugplanung kann bereits zur Angebotsabgabe von den Anbietern gefordert werden, um die Umsetzung der technischen Vorgaben gemäß Leistungsbeschreibung zu beurteilen. Hieraus kann ein Eindruck über das Engagement und die fachliche Kompetenz des Anbieters erzielt werden. Folgende Aspekte werden für eine Prüfung empfohlen, wobei darauf zu achten ist, dass der Bieter als auch die prüfende Stelle möglichst das gleiche oder ein gleichwertiges Geländemodell benutzen.:

- Gebietsabdeckung
- Flughöhe entsprechend Bodenauflösung am niedrigsten Geländepunkt
- Längs- und Querüberdeckung am höchsten Geländepunkt
- Bodenauflösung

- Koordinatensystem
- richtige Benennung der Bilder
- Struktur und Format

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Erfüllt die Anforderungen der Leistungsbeschreibung

in vollem Umfang	⇒	100 Punkte
in guter Qualität	⇒	80 Punkte
in befriedigender Qualität	⇒	50 Punkte
nur noch teilweise	⇒	20 Punkte
nicht	⇒	0 Punkte

1.6 Erforderlicher Flugaufwand im Befliegungsgebiet

Unter Berücksichtigung der technischen Parameter, kann mit schnelleren Flugzeugen und größeren Aufnahmebereichen von Kameras in kürzerer Zeit eine Gebietsabdeckung realisiert werden.

Die Einzelangaben der Anbieter sind über eine Verhältnisbetrachtung zu bewerten.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Anbieter A:	4 Stunden	⇒	87,5 Punkte
Anbieter B:	3,5 Stunden	⇒	100 Punkte
Anbieter C:	5 Stunden	⇒	70 Punkte

1.7 Anzahl der Komplettsysteme (Flugzeug, Besatzung, GNSS/INS, Kamera)

Es wird erwartet, dass ein Anbieter mit mehr als nur einem verfügbaren Komplettsystem (Flugzeug, GNSS/INS, Kamera, Besatzung) flexibel auf unerwartete und den Befliegungserfolg gefährdende Ereignisse reagieren kann.

Das nachfolgende Bewertungsschema bezieht sich darauf, dass sich die zu bewertenden Systeme im Direktzugriff des Anbieters befinden und eingesetzt werden können. Die alleinige Möglichkeit der weiteren Hinzuziehung von Komplettsystemen über potenzielle Partner wird nachfolgend nicht berücksichtigt.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

1 Komplettsystem	⇒	60 Punkte
2 Komplettsysteme	⇒	90 Punkte
3 Komplettsysteme	⇒	100 Punkte

1.8 Boresight

Die Boresight-Kalibrierung ist in geeigneter Weise durchzuführen und die Ergebnisse sind dem Auftraggeber vorzulegen.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Die Boresight-Kalibrierung wird im Bildfluggebiet während des Bildflugs durchgeführt. Wird das Gebiet in Teilen beflogen, so erfolgt die Kalibrierung für jedes Teilgebiet.	100 Punkte
Die Boresight-Kalibrierung erfolgt während des Bildfluges abseits des Bildfluggebietes. Wird das Gebiet in Teilen beflogen, so erfolgt die Kalibrierung für jedes Teilgebiet.	80 Punkte
Die Boresight-Kalibrierung erfolgt einmalig während des Bildflugs und wird für alle Teilbefliegungen herangezogen.	70 Punkte
Die Boresight-Kalibrierung wird nur bei Bedarf, jedoch mindestens einmal im Monat durchgeführt.	30 Punkte

Die Boresight-Kalibrierung wird nur bei Ein-/Ausbau der Kamera bzw. des GNSS-/INS-Systems durchgeführt.	10 Punkte
Die Boresight-Kalibrierung wird einmal im Jahr durchgeführt.	0 Punkte

1.9 Behandlung des Nahinfrarotkanals

Die Behandlung des Nahinfrarotkanals ist ein mögliches Bewertungskriterium. Die Vorgehensweise bei der Behandlung des Nahinfrarotkanals ist zu beschreiben.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Die Wahrung des Intensitätsverhältnisses zwischen dem roten und dem nahinfraroten Kanal ist innerhalb der Prozesskette bei der Bildgenerierung für alle Arbeitsschritte gewährleistet.	100 Punkte
Der Nahinfrarotkanal wird manuell an geänderte Intensitätswerte des roten Kanals angepasst.	50 Punkte
Der Nahinfrarotkanal wird unabhängig von den anderen Farbkanälen behandelt.	0 Punkte

1.10 Orientierungsgenauigkeit

Die Orientierungsgenauigkeit ist ein Bewertungskriterium. Durch deren Güte kann direkt Einfluss auf die Folgeproduktion genommen werden. Das Verfahren zum Erreichen der Orientierungsgenauigkeit ist ausführlich zu beschreiben.

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Die Orientierten Luftbilder erfüllen die folgende Genauigkeitsklasse (1σ):

LB4: 1-fache Bodenpixelgröße	⇒	100 Punkte
LB3: 2-fache Bodenpixelgröße	⇒	50 Punkte
LB2: 3-fache Bodenpixelgröße	⇒	10 Punkte

1.11 Lieferzeitraum

Der Bieter hat anzugeben, in welchem Zeitraum eine vollständige Lieferung des kompletten Datenpakets nach Abschluss der Flugleistung garantiert ist:

Beispiel eines Bewertungsschemas:

4 Wochen nach Bildflug	⇒	100 Punkte
6 Wochen nach Bildflug	⇒	75 Punkte
8 Wochen nach Bildflug	⇒	30 Punkte

1.12 Projektbericht

Der Bericht umfasst die Ausführung der geforderten Leistungen und das zugehörige Qualitätsmanagement. Der Projektbericht beschreibt bereits zur Angebotsphase den Vorschlag der Projektrealisierung aus Sicht des Anbieters. Hierbei sollten wesentliche Aussagen zu folgenden Punkten betrachtet und beurteilt werden:⁷

- erforderlicher Flugaufwand (Nettozeit im Gebiet incl. Turns)
- erforderlicher Flugaufwand (zum Erreichen des Bildfluggebietes)
- Zugriffsmöglichkeit auf die technische Ausrüstung (Flugzeug, Kamera, Orientierung)
- Zugriffsmöglichkeit auf Postprocessing- und photogrammetrische Auswertesysteme
- Aussagen zu Flugbeschränkungen
- Aussagen zu topographischen Besonderheiten

⁷ Bei der Verwendung dieses Bewertungskriteriums ist zu beachten, dass nicht ein und derselbe Sachverhalt zweimal bewertet wird.

- Qualitätsmanagement incl. Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie die Art und Form der dabei entstehenden Ergebnisse

Beispiel eines Bewertungsschemas:

Erfüllt die Anforderungen der Leistungsbeschreibung

in vollem Umfang	⇒	100 Punkte
in guter Qualität	⇒	80 Punkte
in befriedigender Qualität	⇒	50 Punkte
nur noch teilweise	⇒	20 Punkte
nicht	⇒	0 Punkte

E. Prüfstandards zur Abnahme einer Luftbildbefliegung

1 Mindestabnahmekriterien

1.1 Bilddatensatz

- 1) Lieferung der geforderten Produkte gemäß Leistungsbeschreibung (Anzahl, Benennung, Datenformat, ...)
- 2) Kontrolle des Bildverbandes (z. B. als Mosaik) mit reduzierter Auflösung und Überblenden des Bildflugumringes (visuelle Prüfung des abgegebenen Bildmaterials); damit wird gleichzeitig die Lesbarkeit aller Bilddateien überprüft
- 3) stichprobenartige Detailprüfung von Einzelbildern (insbesondere Radiometrie, geometrische Auflösung, Pixelfehler, Farbfehler, ...)

1.2 Bildmittenübersicht

- 1) Formatkontrolle
- 2) Vorgaben hinsichtlich der Darstellung (farbliche Trennung der Bildflugtage, Ordnungsnummern der Bilder, Lesbarkeit, Legende, ...)
- 3) Georeferenzierung

1.3 Kalibrierzertifikate (für Kamera und GNSS/INS) und Validierungsdokumentation

- 1) Vollständigkeit
- 2) Aktualität
- 3) inhaltlich:
 - Kalibrierung und Validierung
 - Fluganordnung
 - Kontroll- und Passpunktverteilung
 - Verzeichnungswerte in den Bildecken
 - Auflösungsvermögen der Kamera
 - spektrale Empfindlichkeit
 - Anzahl der detektierten defekten Pixel
 - Dokumentation (Datensatz) der Selbstkalibrierung, sofern durchgeführt

1.4 Technische Dokumentation / Projektbericht

- 1) Vollständigkeit
- 2) Plausibilität und Verständlichkeit
- 3) Inhalt
 - Beschreibung des technischen Ablaufs
 - Darstellung von Problemen (z. B. Flugunterbrechung, Flugsicherung, ...), deren Lösung und Begründung
 - Qualitätsnachweise
 - Operateursbericht / Bildflugprotokolle
 - ...

1.5 Orientierungsparameter

- 1) Format
- 2) inhaltliche Formatierung/Datenstruktur
- 3) Koordinatensystem und Einheiten
- 4) Abweichungen von der genehmigten Bildflugplanung
- 5) Einhalten der geforderten Bildflugparameter
 - Längs- und Querüberdeckung
 - Flughöhe
 - Orientierungswinkel
- 4) Erreichen der geforderten Orientierungsgenauigkeit

1.6 Metadaten

Vollständigkeit und Inhalt gemäß Leistungsbeschreibung

F. Änderungen

Version (gültig ab)	Änderungen
1.7 (jjjj-mm-tt)	- Punkt: C.1.7; Bodenauflösung: Klarstellung Geltungsbereich - Punkt:C.1.10; Überdeckungen: Klarstellung Geltungsbereich - Punkt C.4.1; Sonnenstand; Beispiel aus NI aufgenommen - Punkt C.4.3; Wolken; Beispiel aus NI und SN aufgenommen - Punkt C.6.3 9); Ergänzungen zu Aufnahmezeit und Sonnenstand im Operatorsbericht - Punkt D.1.1; Streichung der Anforderung und Bewertung von Referenzschreiben - Punkt D.1.7; Ergänzung zu Einsatz von Komplettsystemen - Abschnitt F „Änderungen“ hinzugefügt - Redaktionelle Änderungen

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*
GNSS/INS (ja/nein)			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 GNSS			identisch
Gewichtung INS			identisch
Modellierung Restsystematiken GNSS (ja/nein)			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 X/Y/Z [cm]			
Std-abw. Orientierungswinkel O/P/K [mgon]			
Std-abw. Passpunkte X/Y/Z [cm]			
Std-abw. Kontrollpunkte X/Y/Z [cm]			
RMS der Zuschläge zu den GNSS-Beobachtungen [cm]			
RMS der Zuschläge zu den INS-Beobachtungen [mgon]			

(5) Statistik – Maße aus unabhängigen Referenzmessungen

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