

25FEI83637

**Anlage 11
zur Rahmenvereinbarung
Realisierungsmanagement für Container-Projekte
(Projektmanagementleistungen)**

Leistungsbeschreibung

LOS9: Baufortschrittskontrolle mittels UAV

Inhaltsverzeichnis

1 VERTRAGSGEGENSTAND / KONTEXT / ALLG. LEISTUNGSBESCHREIBUNG	3
1.1 EINLEITUNG	3
2 LEISTUNGSGEGENSTAND.....	4
2.1 AUFTEILUNG IN LEISTUNGSGRUPPEN	4
2.2 LEISTUNGSGRUPPE 1: DATENERHEBUNG UND DATENPROZESSIERUNG	4
2.2.1 ALLGEMEINE LEISTUNGSBESCHREIBUNG	4
2.2.2 ÜBERGABEFORM DES SOLLs	5
2.2.3 KOORDINATEN- UND HÖHENBEZUG.....	7
2.2.4 MESS- UND GENAUIGKEITSDEFINITIONEN	8
2.2.5 ERFASSUNGS- UND SENSORANFORDERUNGEN.....	9
2.2.6 DATENPRODUKTE / LIEFERPRODUKTE.....	9
2.2.7 FORM DER ÜBERGABE	13
2.2.8 QUALITÄTSSICHERUNG UND NACHWEISPFLICHTEN.....	15
2.2.9 ABNAHME- UND AKZEPTANZKRITERIEN.....	16
2.3 LEISTUNGSGRUPPE 2: VISUALISIERUNG UND ANALYSEPLATTFORM	17
2.3.1 ALLGEMEINE LEISTUNGSBESCHREIBUNG	17
2.3.2 MINDESTANFORDERUNGEN WEB-GIS-APPLIKATION	17
3 ARBEITSSCHUTZ, DATENSCHUTZ, COMPLIANCE.....	22

1 Vertragsgegenstand / Kontext / allg. Leistungsbeschreibung

1.1 Einleitung

Das LOS9 - Baufortschrittskontrolle mittels UAV – soll Bauprojekten die Umsetzung einer effiziente Baufortschrittskontrolle mittels Befliegungsdaten ermöglichen, welche in einem festzulegenden Turnus erhoben werden und mittels Visualisierung den Baufortschritt über die Zeit beschreiben. Konkret soll der Baufortschritt einerseits relativ durch den Abgleich von Ist-Aufnahmen erfolgen, andererseits absolut durch den Abgleich von Ist-Bestands- zu Soll-Planungsdaten. Hieraus gewonnene Erkenntnisse dienen einerseits dem Termincontrolling, indem frühzeitig Abweichungen vom geplanten Bauablauf ersichtlich werden. Andererseits kann insbesondere durch Abgleich von Soll (mittels Pläne oder Modelle) zu Ist eine fundierte Rechnungsprüfung ermöglicht werden, welche den korrekten dem Baufortschritt angemessenen Mittelabfluss sicherstellt. Die aus wiederholten Befliegungen gewonnenen Daten dienen zusätzlich der frühzeitigen Mängel- und Fehlererkennung, unterstützen das Nachtragsmanagement, bilden eine objektive Grundlage für gemeinsame Aufmaße und Massenermittlungen und ermöglichen eine strukturierte, georeferenzierte Fotodokumentation zur Beweissicherung. Präzise Soll-Ist-Vergleiche sowie die Ermittlung von Volumen- und Flächendifferenzen erhöhen Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Bauüberwachung.

Die Vor-Ort-Erhebung von Befliegungsdaten, die Aufbereitung zu verwertbaren Datenprodukten sowie die Übergabe dieser Daten wird in Position 1 dieses Loses beschrieben. Die Aufbereitung der in Position 1 erzeugten Daten zur performanten Illustration und Analyse in einer WEB-GIS-Applikation, in der mittels bereitgestellter Funktionen die Baufortschrittskontrolle durchgeführt werden kann, ist in Position 2 beschrieben.

Der RV soll den Bedarf der Baufortschrittskontrolle konkretisieren und standardisieren, sodass auf Seiten des AG die bislang individuelle Beschreibung, Prüfung und Ausschreibung in Einzelausschreibung mit entsprechenden Aufwänden reduziert wird. Der AN erhält Planungssicherheit, indem der Prozess der Umsetzung zwischen AG und AN klar geregelt wird und der Aufwand der Erstellung von Angeboten auf Basis individueller Ausschreibung diesbezüglich deutlich reduziert wird.

Das durchschnittlich erwartete Abrufvolumen beträgt ca. 100 km Befliegungsstrecke je Woche und dient ausschließlich als Richtgröße; ein Rechtsanspruch auf bestimmte Mengen oder Abrufhäufigkeiten besteht nicht. Abrufe erfolgen bedarfsabhängig und können im Zeitverlauf schwanken. Der AN stellt sicher, dass die Leistungsfähigkeit zur Bedienung des genannten Richtvolumens einschließlich üblicher Schwankungen frist- und qualitätsgerecht gegeben ist.

Es gibt keine Mindestbestellmenge und keine Obergrenze je Abruf.

2 Leistungsgegenstand

2.1 Aufteilung in Leistungsgruppen

Das LOS9 – Baufortschrittskontrolle mittels UAV - unterscheidet in zwei Leistungspositionen, welche unabhängig voneinander beauftragt werden können. Grundsätzlich enthält das LOS alle Leistungsbestandteile, um den Anwendungsfall Baufortschrittskontrolle erfolgreich durchzuführen. Es ist allerdings auch möglich, lediglich Befliegungsleistungen einschl. Danteprozessierung durchzuführen (Leistungsgruppe 1) und die erzeugten Daten in AG-seitig gestellten Softwaresystemen zu visualisieren und zu analysieren. Andersherum sollen Daten, welche beispielsweise im Kontext der Grundlagenermittlung eines Bauprojektes beauftragt werden, mittels WEB-GIS-Applikation aus der Leistungsgruppe 2 dieser Rahmenvereinbarung visualisiert und ausgewertet werden können. Sofern beide Leistungspositionen beauftragt werden, kann immer nur ein RV-Partner beauftragt werden, die Schnittstelle zw. Leistungsgruppe 1 und 2 wird demnach vom gleichen Auftragnehmer bedient.

LOS 9	Baufortschrittskontrolle mittels Drohneneinsatz
Positionen 1.x	Befliegung, Datenerhebung, Verarbeitung und Übergabe
Positionen 2.x	Verarbeitung der Befliegungsdaten und Bereitstellung in einer Analyseplattform. Zur Durchführung der Baufortschrittskontrolle

Tabelle 1: Unterteilung auf Leistungsbestandteile des Anwendungsfalls

Die Erstellung der Leistungsvereinbarung erfolgt in den kaufmännischen Systemen des AG.

2.2 Leistungsgruppe 1: Datenerhebung und Datenprozessierung

2.2.1 Allgemeine Leistungsbeschreibung

- Planung der Befliegung im Hinblick auf rechtliche, technische, regionale sowie meteorologische Randbedingungen (z.B. Einholen von Fluggenehmigungen, allgemeine Aufstiegsgenehmigung durch LLB und Betretungserlaubnis und Fluganmeldung bei Standortverantwortlichen zugehöriger Eigentumsflächen innerhalb der DB (Vermittlung durch AG)
- Rechtskonforme Anmeldung des Drohnenfluges. Neben gesetzlichen Bestimmungen und Auflagen sind hier insbesondere auch die Hinweise, Auflagen und Bestimmungen gem. UAS-Betriebsbedingungen für Auftragnehmer zu beachten.
- Einholen und fachliche Sichtung der relevanten Grundlagen, Bewertung der Machbarkeit des vom AG definierten Solls, ggf. Anpassung in Abstimmung mit dem AG

- Planung effizienter Flugrouten (Lieferprodukt Flugroute), unter Berücksichtigung der vorgegebenen Überlappung erzeugter Bildverbände
- An-/Abfahrt, Wechsel der Einsatzorte
- Erfassung der Infrastruktur nach definiertem Bedarf des AG durch Befliegung des Missionsgebietes unter Einsatz von UAV-Systemen
- Einrichtung, Einmessung und Vorhaltung von Pass-/Kontrollpunkten sowie ggf. Anschluss an Projektfestpunktfeld und/oder DB_Ref System
- Aufnahme von Einzelbilder nadir (optional oblique) und Vorbereitung für photogrammetrische Prozessierung. (Lieferprodukt Luftbilder)
- Erstellung von digitalen, georeferenzierten Orthofotos (Lieferprodukt Orthofotos)
- Erstellung von georeferenzierten, klassifizierten Punktwolken (Lieferprodukt Punktwolken),
- Erstellung von vegetationsbereinigten Digitalen Geländemodellen (Lieferprodukt DGM)
- Erstellung Qualitätsbericht und Genauigkeitsnachweis (Lieferprodukt Befliegungsprotokoll)
- Übergabe in Cloud, entweder des AN oder des AG, siehe Kapitel 2.2.7

2.2.2 Übergabeform des Solls

Die Beauftragung einer Befliegung erfolgt durch die Bauprojekte über Einzelabrufe auf Grundlage dieser Rahmenvereinbarung. Dabei ist im Einzelfall abzustimmen, ob bzw. bis wann eine Leistungserbringung durch den AN voraussichtlich möglich ist. Des Weiteren ist durch den AN zu prüfen, inwiefern der beschriebene Befliegungskorridor beflogen werden kann oder ob flugrechtliche Gründe dem Vorhaben für bestimmte Bereiche entgegenstehen. Dies wird bereits bei Auftragsanfrage VOR Auftragsannahme im Vorfeld abgeprüft und dem AG vorab mitgeteilt.

Das quantitative Soll, im Folgenden auch Aufnahmekorridor genannt, wird seitens des AG mindestens in Textform per Angabe von Strecke, Streckenabschnitt (Anfangs- und Endkilometer sowie einer festgelegten Erfassungsbreiten (ohne Neben-/ Abstellgleise) an den AN übermittelt. Zusätzlich können Planunterlagen (z.B. Lagepläne) zur Beschreibung der Befliegungskorridore herangezogen werden. Durch Überschlägige Berechnung ergibt sich die aufzunehmende Fläche bzw. äquivalente Strecke, welche im Folgenden als Grundlage für die Preisermittlung dient.

Der AG behält sich vor, dem AN die notwendigen Befliegungsareale in digitaler Form (Format GEOJSON, WGS84 sofern nicht anders im Header beschrieben) bereitzustellen. Hierzu kann der AG von den DB-internen Befliegungskoordinatoren des regionalen Datenmanagements I.IA-X-I 3 unterstützt werden.

In jedem Fall ist der AN verpflichtet, dem AG den beschriebenen Aufnahmekorridor in eine digitale Form (GEOJSON) zu überführen und als IST-Korridor zur Freigabe durch den AG vorzulegen. Erst mit Freigabe durch den AG darf die Befliegung durchgeführt werden. Auf

seitens des AN getätigte, notwendige Anpassungen (Optimierung Flugplanung, rechtliche Einschränkungen etc.) hat der AN den AG hinzuweisen.

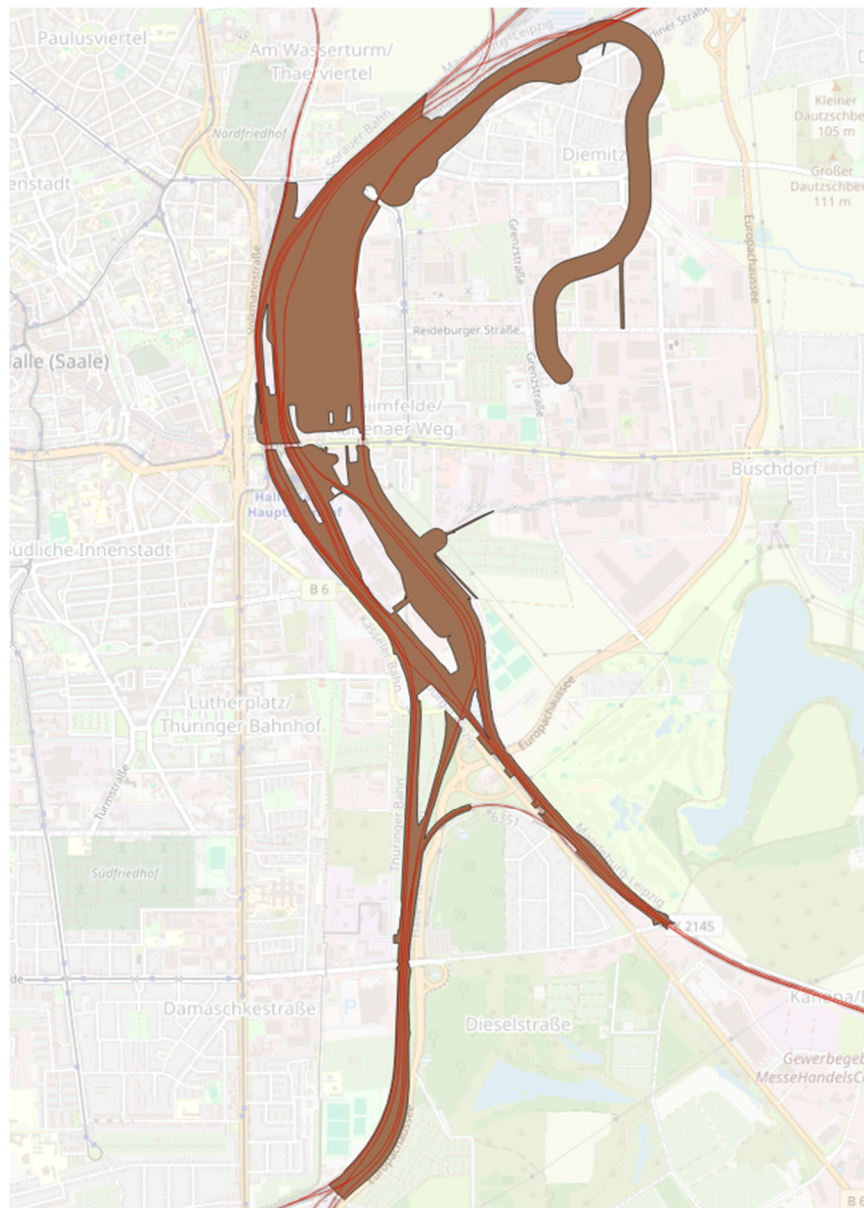
Es können mehrere Bauabschnitte als Befliegungsbedarfe definiert werden, welche örtlich nicht zusammenhängend sind, sofern sie inhaltlich eine Zusammenhangsmaßnahme bilden.

Neben dem Befliegungskorridor übergibt der AG einen Terminplan (geplante Zeitfenster/Fristen/feste Termine) bzw. alternativ die voraussichtliche Dauer sowie den gewünschten Befliegungsrhythmus (z. B. wöchentlich/14-tägig/monatlich).

Der AN verpflichtet sich bei Auftragsannahme auf Einhaltung der vorgegebenen Termine. Abweichungen aus Gründen, die der AN nicht zu vertreten hat (insbesondere witterungsbedingte Einflüsse, behördliche Auflagen/Luftraumbeschränkungen, betriebliche Sperrungen/Sicherheitslagen), sind dem AG unverzüglich, spätestens am Tag der Kenntnis, anzuzeigen und abzustimmen. In diesen Fällen ist gemeinsam ein Ersatztermin im nächstmöglichen geeigneten Befliegungsfenster festzulegen.

Der AG zeigt Veränderungen des vereinbarungsgegenständlichen Leistungsumfangs unverzüglich an. Hierzu gehören insbesondere Änderungen des Befliegungsrhythmus, Terminplanänderungen sowie Anpassungen der Aufnahmekorridore/Befliegungsumringe. Der AN prüft die Auswirkungen auf Termine, Zugänge, Genehmigungen und Aufwand und bestätigt innerhalb von zwei Arbeitstagen die Umsetzbarkeit. Etwaige Anpassungen von Terminen und Vergütung werden vor Durchführung einvernehmlich auf Basis des Rahmenvertrags festgelegt.

Die Angabe des Aufnahmebedarfs im kaufmännischen System erfolgt immer als sogenanntes Streckenäquivalent. Hierbei werden Flächenbedarfe grundsätzlich in Längen unter Annahme einer Korridorbreite von 50 m umgerechnet. Der Aufnahmekorridor seitens des AG sollte kein Bereich beinhalten, welcher geringer als 50 m Breite ist. Beinhaltet der Aufnahmekorridor dennoch Abschnitte unter 50 m Breite, sind diese kalkulatorisch mit 50 m Breite anzusehen und zu vergüten. In diesem Fall hat der AN den AG auf diese Besonderheit hinzuweisen und Nachbesserung zu verlangen. Der Aufnahmeturnus bzw. gewünschte Wiederholungen werden seitens des AG angegeben, sind allerdings kalkulatorisch mit den Streckenäquivalent zu multiplizieren, um den gesamten Erhebungsbedarf zu ermitteln. Die Mindestanzahl an Wiederholungen des definierten Aufnahmekorridors ist dabei zwei.



Im gezeigten Beispiel ist ein Aufnahmekorridor mit einer Fläche 1645792 m² definiert. Geteilt durch 50 m fiktiver Korridorbreite ergibt sich aufgerundet ein Streckenäquivalent von 33 km. Bei einer Wiederholung von mindestens 2 beträgt das Auftragsvolumen also mindestens 66 km.

2.2.3 Koordinaten- und Höhenbezug

Alle Produkte sind konsistent im vorgegebenen Koordinatenreferenzsystem zu liefern. Standardmäßig gilt das kombinierte DB_REF2016 (EPSG:9932-9935) unter Beachtung der zutreffenden GK-Zone für die Lage (EPSG:5682-5685) sowie DHHN2016 für die Höhe

(EPSG:9927). Abweichungen (z. B. Landessysteme, VA-System) können je Abruf verbindlich vorgegeben werden und sind strikt einzuhalten. Der AN stellt die Homogenität des Bezugs über das gesamte Projektgebiet sicher und dokumentiert die verwendeten EPSG-Codes bzw. Parametersätze definierter Bezugssysteme digital (siehe nachfolgend) sowie in Berichten.

Transformationen: Wenn Transformationsschritte erforderlich sind, sind Verfahren, Parameter und Gütwerte nachvollziehbar anzugeben. Toleranzen für Transformationsreste: RMSE Lage $\leq 0,010$ m und RMSE Höhe $\leq 0,020$ m oder ≤ 25 % der jeweiligen Zielgenauigkeit (es gilt der strengere Wert).

Festpunktanschluss: Vorhandene PS0-/PS1-Punkte sind einzubinden; alternativ oder ergänzend ist der Anschluss an das Projekt-Festpunktfeld herzustellen und nachzuweisen.

2.2.4 Mess- und Genauigkeitsdefinitionen

Zur eindeutigen Prüfbarkeit werden absolute und relative Genauigkeit getrennt definiert. Absolute Genauigkeit beschreibt die Abweichung der Produkte gegenüber unabhängigen, extern bestimmten Kontrollpunkten im Projektbezug. Relative Genauigkeit beschreibt die geometrische Konsistenz innerhalb der Datensätze (z. B. überlappende Streifen, Kachelgrenzen, lokale Formtreue).

- Zielgenauigkeiten (Mindestanforderungen):
 - Absolut: Lage $CE95 \leq 0,03$ m; Höhe $LE95 \leq 0,07$ m. Sicherstellung über Passpunkte; Nachweis über unabhängige Kontrollpunkte.
 - Relativ: Lage $RMSE \leq 0,02$ m; Höhe $RMSE \leq 0,05$ m; alternativ 95 %-Kenngrößen in äquivalenter Strenge.
- Pass- und Kontrollpunkte:
 - ⊖ Mindestanzahl unabhängiger Kontrollpunkte: 2 Stück je km, gleichmäßig verteilt, repräsentative Höhenlagen; zusätzliche Punkte an geometrisch kritischen Bereichen.
 - Passpunkte: Anzahl/Verteilung gemäß Projektgröße und Relief, so zu wählen, dass die Zielgenauigkeit sicher erreicht wird.
 - Vermessungsgüte: Genauigkeit der Pass-/Kontrollpunkte besser als Zielgenauigkeit (typisch $\sigma_{Lage} \leq 0,01$ m; $\sigma_{Höhe} \leq 0,02$ m). Verfahren, Instrumente und Messunsicherheiten sind zu dokumentieren.
 - Materialisierung/Sichtbarkeit: Witterungsbeständige Markierungen mit ausreichendem Kontrast und eindeutiger Zentrierbarkeit.
 - Sicherung: Die Sicherung und Wiederverwendbarkeit der Pass-/Kontrollpunkte über den gesamten Projektzeitraum obliegt dem AN.
 - Nutzung vorhandener Punkte: PS0-/PS1-Punkte sind einzubinden oder der Anschluss an das Projekt-Festpunktfeld ist nachzuweisen.

- Prüfverfahren und Statistik:
 - Gegenkontrolle ausschließlich an Kontrollpunkten, die nicht in der Aerotriangulation/Blockausgleich verwendet wurden.
 - Residuenstatistik mit RMSE, CE95 (Lage) und LE95 (Höhe), Ausreißerregeln (z. B. 3σ), Kartendarstellungen der Residuen.
- Dokumentation erreichter Genauigkeiten
- Die Einmessung des Kontrollpunktes am Boden und der Abgleich mit den gelieferten Daten erfolgt dann durch den AN, dokumentiert in einem Protokoll (Befliegungsprotokoll). Die erreichte Genauigkeit (Lage und Höhe) zwischen den Lieferobjekten Orthofotos und Punktwolken und den Kontrollpunkten wird ebenfalls im Befliegungsprotokoll erfasst. AG behält sich eine eigene Prüfung vor. Hier sind die gewählten eingemessenen Kontrollpunkte digital zu übergeben (Lieferobjekt Kontrollpunkte). Reklamationen des AG im Hinblick auf die erreichte Genauigkeit der Georeferenzierung sind max. 4 Wochen nach Lieferung der Daten durch den AN möglich, danach gelten die Daten als unbeanstandet abgenommen.

2.2.5 Erfassungs- und Sensoranforderungen

Die eingesetzten Systeme und Verfahren sind so auszulegen, dass die geforderten Produkte mit der definierten Qualität reproduzierbar erreicht werden.

- UAS-Plattform: Multikopter mit stabiler Fluglage; redundante Systeme gemäß Einsatzanforderungen.
- GNSS/IMU: RTK/PPK-Pflicht; Protokollierung der GNSS-/IMU-Rohdaten; Bereitstellung von Basisstationsdaten (RINEX) inkl. verifizierter Stationskoordinaten im Projektbezug.
- Kamera/Optik: Verbindliche Kamerakalibrierung (innere Orientierung) mit aktuellem Kalibrierprotokoll; Rolling-Shutter-Effekte sind zu vermeiden oder belastbar zu kompensieren; Sensorauflösung muss die GSD bei geplanter Flughöhe sicherstellen.
- Flugplanung: Streifenlage, Flughöhen und Geschwindigkeiten so zu wählen, dass Überlappung, GSD und Belichtungszeiten eingehalten werden; vollständige Dokumentation im Fluglogbuch.

2.2.6 Datenprodukte / Lieferprodukte

Die Produkte sind so zu planen und zu erzeugen, dass die geforderten Genauigkeitsniveaus sicher erreicht und im QA-Bericht nachgewiesen werden. Die nachstehenden Kriterien sind Mindestanforderungen.

- Vollständigkeit und Aufnahmekonfiguration:

- Vollständige Abdeckung des im Einzelabruf definierten Projektgebietes einschließlich ausreichender Puffer zur Sicherstellung der Genauigkeit und Produktspezifikationen.
- Alle erzeugten Produkte, Nachweise und Qualitätsberichte sind vollständig zu übergeben. Die Bereitstellung erfolgt unter Einhaltung einer vorgegebenen Struktur, mit einheitlicher Nomenklatur, in einer vom AN zur Verfügung gestellten Cloud (siehe weiter unten).

Übergeben werden Daten einer jeden Erhebung nach Bedarf des AG, zwingend jedoch die Daten der letzten Erhebung des Auftrages, welche als Bestandsdaten anderen Bedarfsträgern bereitgestellt werden sollen. Diese sind an den AG UND an die Befliegungskoordinatoren des regionalen Datenmanagements von I.IA-X-I 3 zu übergeben.

Aufnahmekorridor

- Format/Schema GeoJSON mit akzeptierten suffix .geojson oder .json
- Genau eine Datei pro Erhebung, genau 1 Feature pro Datei, geschlossenes Polygon
- Bezugssystem nach OGC-Standard abweichend zu den Vorgaben der sonstigen Lieferobjekte ist WGS84, EPSG:4326

Luftbilder

- Format/Schema JPEG mit akzeptierten suffix .jpg oder .jpeg
- Kompression: verlustbehaftet max. 50% jpeg (weniger ist besser)
- 8 bit Farbtiefe je Kanal (Wertebereich 0 -255)
- Auflösung/Flughöhe passend zum benutzten Sensor und geforderte Bodenauflösung der DOP
- Dateigröße maximal 4 GB
- Bilder nach DSGVO anonymisiert
- Es ist auf eine korrekte Belichtung und Schärfe zu achten
- Aufnahmen nadiral; Überlappung der Bildverbände längs/quer mindestens 80 %/70 %
- Aufnahmen nach optionaler Beauftragung oblique; optional Mindestens 33 % der Bilder als Obliqueaufnahmen mit ca. 45° Neigung
- Um die vollständige Abdeckung des im Einzelabruf definierten Projektgebietes und die geforderte Genauigkeit und Qualität sicherzustellen, sind ggf. ausreichende Puffer einzuplanen.
- Angabe der Georeferenzierung im Header (EXIF) im Standard-Bezugssystem geozentrisch WGS 84 nach JPEG
- Beschreibung der Aufnahmerichtung digital entweder im Header (EXIF) oder ausgelagert als Textdatei je Bild, Schema nach Wahl des AN

Befliegungsprotokoll

- Format .pdf
- Nachweise zu Pass-/Kontrollpunkten inkl. Messgüte, Fotos, Skizzen und Koordinaten im Projektbezug; Wiederverwendbarkeitskonzept der Punkte
- Kalibrier- und Prüfprotokolle (Kamera, GNSS, IMU), Rohdaten-Logs, Basisstationsangaben (RINEX, Stationskoordinaten).
- Methodikbeschreibung (Flugplanung, Aerotriangulation/Blockausgleich, Verarbeitungskette, QA).
- Qualitätsbericht mit RMSE, CE95/LE95, Residuenkarten, Dichte- und Vollständigkeitsnachweisen, Herleitung der Punktwolkendichte sowie Begründung der DGM-Rasterweite.

Pass- und Kontrollpunkte

- Punkte digital im Format .csv, Schema nach Wahl
- In Form eine Liste als Teil des Befliegungsprotokolls gem. dieser Leistungsbeschreibung

Digitales Orthofoto (DOP)

- Format/Schema GEOTIFF mit akzeptierten suffix .tif, .tiff, .geotiff, .gtif, .gtiff
- Nach Absprache mit AG können auch die Formate JP2000 mit Suffix .jp2, .jp2000, .jp2k oder .j2k sowie JPEG oder TIF mit entsprechender Einpassdatei (World-file) akzeptiert werden. Sollten Orthofotos nicht im Containerformat übergeben werden, sind die Einpassdateien .tfw und .jgw (und .xml, siehe unten), welche die Georeferenzierung enthalten, mit der gleichen Namenskonvention zu versehen, wie das zugehörige Rasterdaten-Pendant.
- 4 Kanäle RGBa
- Alpha-Kanal mit dem Wert 0 für no Data, entspricht Transparenz
- 8 bit je Kanal (Wert 0-255)
- Kompression: verlustbehaftet 50% – max. 75% jpeg oder verlustfrei mittels DEFLATE (ZIP) oder LZW
- Dateigröße maximal 4 GB
- Auflösung mindestens 1,0 cm/px (GSD) (Im Sinne geringerer Wert, ist besser; Upscaling ist unzulässig! Benachbarte Pixel enthalten unterschiedliche Werte, Ausnahme nur als Folge der gewählten Kompression oder Schattenbereich);
- DSGVO-konforme Anonymisierung

- Lagebezugssystem: Standard DB_REF 2016 GK-Projektion, EPSG: 5682 – 5685 oder in Abstimmung mit AG; Sofern die Daten im Containerformat abgeben wurden, ist das Bezugssystem als EPSG-Code zwingend im Header zu hinterlegen, bei eigens definierten Bezugssystemen sind alle Parameter nach OGC-Standard in einer xml-Datei auszulagern
- Lagegenauigkeit gem. Mess- und Genauigkeitsdefinitionen dieser Leistungsbeschreibung
- Kachelung: Es ist eine Kachelung zu wählen, welche sich an dem glatten Koordinatenraster des gewählten Bezugssystems in der Dimension 100x100 m orientiert. Die gewählte Namenskonvention kann auf die Aufteilung Bezugnehmen.
- Starke Verzerrungen oder Artefakte sind zu vermeiden bzw. auf ein technisches Mindestmaß zu reduzieren
- Nahtfreie Mosaikbildung mit radiometrischer Homogenität; keine relevanten Bewegungs-/Rolling-Shutter-Artefakte; zulässige Verzerrungen im Rahmen der geforderten Lagegenauigkeit.
- Wolken-, Schatten- und Glanzreflexionsfreiheit im Zielgebiet; Randbereiche ohne Informationsverluste zu führen.

Punktwolken

- RGB-Spektralfarben, jeweils mit 8-bit Farbtiefe (Wertebereich 0 – 255)
- Ziel-Punktabstand: ca. 0,03 m × 0,03 m; entsprechende Dichte ca. 1.111 Punkte/m². Akzeptanztoleranz i. d. R. ±20 % sofern plausibel begründet (Sichtschatten sind zu dokumentieren).
- Format/Schema LAS mit akzeptierten suffix.las oder komprimiert als .laz (bevorzugt)
- Klassifikation nach Vorgabe ASPRS, Tabelle 9: https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2019/03/LAS_1_4_r14.pdf
 - Klassifizierung nach anerkanntem LAS-Standard; mindestens Boden, Vegetation, Bauwerke, Wasser, Rauschen/Ausreißer. Klassencodes sind zu spezifizieren.
 - Punktwolken: LAZ (LAS 1.4-kompatibel), korrekte Klassencodes, EPSG-/Systemangabe, NoData-Kennzeichnung.
- Lagebezugssystem: Standard DB_REF 2016 + DHHN 2016, EPSG: 9932 – 9935 oder in Abstimmung mit AG, das Bezugssystem als EPSG-Code zwingend im Header zu hinterlegen, bei eigens definierten Bezugssystemen sind alle Parameter nach OGC-Standard in einer xml-Datei auszulagern
- Lage- und Höhengenaugkeit gem. Mess- und Genauigkeitsdefinitionen dieser Leistungsbeschreibung
- Kachelung: analog DOP
- Artefakte (z.B. unklare Konturen) sind zu löschen

- Qualitätsanforderungen: Rauschunterdrückung, Ausreißerbegrenzung, Dichtehomogenität; Durchgängigkeit über Kachel- und Streifengrenzen.

Digitales Geländemodell (DGM)

- Ableitung ausschließlich aus bereinigter, als Boden klassifizierter Punktwolke; Vegetation und Objekte sind zuverlässig zu entfernen.
- Rasterweite: 0,03–0,05 m (3–5 cm), analog zur Punktwolkenauflösung; Abweichungen sind technisch zu begründen.
- DGM: Raster GeoTIFF (Float32), optional Vektor-Breaklines als GPKG/Shape; 1 Kanal 12 Bit; NoData definiert.

2.2.7 Form der Übergabe

Die Lieferobjekte sind bei Übergabe in eine einheitliche Ordner- bzw. Pfadstruktur zu sortieren, welche zwingend für die automatische Auswertung einzuhalten ist. Jeder Ordner/Pfad besteht in der Bezeichnung aus einem vorderen festgelegten und einem individuellen zweiten Bereich. Namenskonvention für diesen individuellen Bereich sowie die Namenskonvention der Dateien (ausgenommen suffix) kann frei gewählt werden, wobei auf Umlaute, Leerzeichen und Sonderzeichen verzichtet werden muss.

1. baumassnahme_[XXX]
 - a. abschnitt_[XXX]
 - i. aufnahmedatum_XX_XX_XXXX (Konvention TT-MM-JJJJ)
 1. aufnahmekorrdior
 - a. abschnitt_XXX.json
 2. luftbilder
 - a. nadir
 - i. BILD_1.jpg
 - ii. BILD_N.jpg
 - b. oblique
 - i. BILD_1.jpg
 - ii. BILD_N.jpg
 3. orthofotos
 - a. DOP_1.tif
 - b. DOP_N.tif
 4. punktwolken
 - a. PW_1.laz
 - b. PW_N.laz

5. befliegungsprotokoll
 - a. Protokoll.pdf
6. pass_kontrollpunkte
 - a. punkte.csv

Beispielpfad:

baumassnahme_[XXX]/abschnitt_[XXX]/aufnahmedatum_XX_XX_XXXX/luftbilder/nadir/Bild_1.jpg

Abbildung 1: Schema der Übergabestruktur, Die Aufzählung dient der Orientierung und ist NICHT mit zu übernehmen!

Der Übergabezeitpunkt der Befliegungsdaten jeder Befliegung erfolgt spätestens 24h nach Flug. Ausnahmen in Absprache mit AG, insbesondere dann, wenn Pos. 2 beauftragt ist. In dem Fall erfolgt die Visualisierung gem. Pos. 2 binnen 24h. Die Befliegungsdaten der letzten Befliegung sind ausnahmslos in jedem Fall zu übergeben.

Übergabe per Cloud des AN

Die Übergabe soll per Zugriff auf einem Cloudspeicher erfolgen, welcher der AN dem AG zur Laufzeit des Projektes sowie weitere 6 Monate bereitstellt. Die Aufwände sind in den Positionen 01.01 und 01.02. zu berücksichtigen und werden nicht gesondert vergütet.

Technische Anforderung des vom AN gestellten Cloudspeichers

- Hosting innerhalb EU/EWR, mindestens ISO 27001 zertifiziert oder gleichwertiges ISMS; Verschlüsselung in Transit (TLS 1.2/1.3) und at rest (z. B. AES-256).
- Rollenbasierte Zugriffskontrolle, Mehrfaktor-Authentisierung, Protokollierung von Zugriffen/Downloads; Bereitstellung von Audit-Logs auf Anforderung des AG.
- Datenresidenz, Backup-/Recovery-Konzept (RPO/RTO), Kapazitäts- und Performance-Nachweis; definierte Bereitstellungsdauer bis zur Abnahme und Archivierungsphase gemäß Vertrag.
- Datenlöschung nach Projektende/Abnahme gemäß Löschkonzept; Nachweis der ordnungsgemäßen Löschung.

Übergabe per Cloud des AG

ODER der AG wird einen Cloudspeicher (z.B. TeraSpeicher) bereitstellen, welcher dem AN die Übergabe der Vertragsleistungen ermöglicht. Vorteil wäre eine automatische interne Übernahme und Verarbeitung der Befliegungsdaten, insbesondere potenzieller Bestandsdaten.

Die Übergabe der Daten erfolgt durch Hochladen (Upload) der Daten durch den AN in die Datenplattform des AG. Der Upload-Link wird beim Einzelabruf mitgeteilt.

Das Hochladen erfolgt über das Protokoll SFTP (Secure File Transfer Protocol) oder über eine browserbasierte Webapplikation per HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) und wird vom AG zur Verfügung gestellt. Der AN hat beide Möglichkeiten der Datenübertragung client-seitig sicherzustellen. Konkret muss die Installation notwendige Tools (z.B. Browser-PlugIns) möglich sein. Die Datenübertragung darf nicht durch Sicherheitsmaßnahmen auf AN-Seite geblockt oder behindert sein.

In beiden Fällen ist der Zugriff neben den Projektbeteiligten auch dem regionalen Befliegungskordinator nach RIL 101.10001 (Data Governance) zu gewähren.

Die Bereitstellung der Daten in der Cloud des AN ist immer einzukalkulieren und im Zweifel bereitzustellen, unabhängig davon, ob im individuellen Fall eines Auftrags der AG eine Austauschplattform bereitstellt.

2.2.8 Qualitätssicherung und Nachweispflichten

Die Qualitätssicherung umfasst vorbereitende, begleitende und abschließende Prüfungen. Der AN ist verpflichtet, belastbare Nachweise zu erbringen und alle QA-Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren.

- Vor-Ort-Kontrollen: Sichtprüfung, Dokumentation und Kennzeichnung der Pass-/Kontrollpunkte; Zustand, Sichtbarkeit und Koordinatenangaben; lückenlose Logbuchführung.
- Datenprüfung: Statistische Genauigkeitsnachweise (RMSE, CE95, LE95), Residuenkarten (Lage/Höhe), Dichte- und Vollständigkeitsnachweise für Punktwolken; Bericht zur Aerotriangulation/Blockausgleich mit Qualitätskennwerten.
- Kalibrier- und Prüfprotokolle: Kamera-, GNSS- und IMU-Zertifikate inkl. Datum, Verfahren und gültigen Parametern.
- Abweichungsmanagement: Definition von Grenzwerten, Nacharbeitungspflichten (Reprozessierung, Nachbefliegung), Eskalationsstufen und Fristen.
- Qualitätsbericht: Je Prozessierungslauf sind erzielte Datengenauigkeiten, Abweichungen, Korrekturmaßnahmen und die finale Bewertung darzustellen.
- Stichprobenplan und Prüfumfang: Mindestens 2 unabhängige Kontrollpunkte je km, flächenhaft verteilt, repräsentative Höhenlagen; ergänzende Flächenprüfungen (z. B. planare Referenzflächen) zur Bewertung der relativen Genauigkeit.

2.2.9 Abnahme- und Akzeptanzkriterien

Die Abnahme erfolgt auf Basis messbarer Kriterien je Produkt. Der AN stellt die hierfür erforderlichen Nachweise bereit; die Entscheidung „bestanden/nicht bestanden“ wird produktbezogen dokumentiert.

- Konsequenzen bei Nichterfüllung: Nachbesserung (Reprozessierung/Nachbefliegung) innerhalb definierter Fristen; bei erneutem Nichtbestehen Minderung oder Ablehnung gemäß vertraglicher Regelungen.
- Vollständigkeit und Aufnahmekonfiguration:
 - Vollständige Abdeckung des im Einzelabruf definierten Projektgebietes einschließlich ausreichender Puffer zur Sicherstellung der Genauigkeit und Produktspezifikationen.
- Alle erzeugten Produkte, Nachweise und Qualitätsberichte sind vollständig dem AG UND dem Befliegungskordinator des regionalen Datenmanagements I.IA-X-I 3 (mindestens Daten der letzten Befliegung) zu übergeben.
- Vollständige Überdeckung des definierten Aufnahmekorridors mit den geforderten Geodatenprodukten
- Abgabe sämtliche mitgeltender Nachweise und Protokolle
- Einhaltung der geforderten Qualitäten
- Übergabe in vorgegebener Struktur
- Abnahmeunterlagen durch den AN (mit Lieferung) bereitzustellen:
 - Methodikbeschreibung (Flugplanung, Aerotriangulation/Blockausgleich, Verarbeitungskette, QA).
 - Nachweise zu Pass-/Kontrollpunkten inkl. Messgüte, Fotos, Skizzen und Koordinaten im Projektbezug; Wiederverwendbarkeitskonzept der Punkte.
 - Qualitätsbericht mit RMSE, CE95/LE95, Residuenkarten, Dichte- und Vollständigkeitsnachweisen, Herleitung der Punktwolkendichte sowie Begründung der DGM-Rasterweite.
 - Kalibrier- und Prüfprotokolle (Kamera, GNSS, IMU), Rohdaten-Logs, Basisstationsangaben (RINEX, Stationskoordinaten).
 - Vollständige Produktlieferung in der AN-Cloud inkl. strukturierter Verzeichnis-/Kachelstruktur, einheitlicher Nomenklatur, Manifest/Index, Prüfsummen (SHA-256).
 - Zugang und Nutzungsdokumentation zur WEB-GIS-Applikation (sofern Bestandteil des Einzelabrufs) mit Nutzer-/Rollenübersicht, Funktionsnachweis und Betriebs-/Sicherheitskonzept.

2.3 Leistungsgruppe 2: Visualisierung und Analyseplattform

2.3.1 Allgemeine Leistungsbeschreibung

Die WEB-GIS-Applikation dient der browserbasierten Anzeige, Navigation und Prüfung der im Projekt erzeugten Geodaten (Orthofotos, Punktwolken, DGM/DOM) sowie weiterer durch den AG gelieferte Daten insbesondere Plan-/Trassierungsdaten, IFC-Modelle, 360°-Panoramabilder, georeferenzierte Einzelfotos, Punktwolken und Orthofotos.

Schwerpunkt der Nutzung ist die Unterstützung von Projekten in der Bauausführung: Multitemporalvergleiche, Soll-Ist-Abgleiche, Volumen- und Differenzermittlungen, Plan-/Modell-zu-Daten-Prüfungen.

Mit Beauftragung der Positionen aus der Leistungsgruppe 2 werden dem AN alle Personen mitgeteilt, welche Zugriff auf die Plattform erhalten sollen. Üblicherweise erfolgt dies listenbasiert mit Angabe von Vor- und Nachnamen sowie den jeweiligen Email-Adressen. Der AG behält sich vor jederzeit weitere freizuschaltende User zu melden.

Sofern die Datenerhebung und Visualisierung der Ergebnisse (Leistungsgruppen 1 und 2 dieses Rahmenvertrags) gemeinsam Bestandteil eines Einzelabrufs werden, erfolgt die Lieferung der Leistungsgegenstände an den AG spätestens 24 Stunden nach Durchführung des Fluges

Erfolgt die Beauftragung der Leistungsgruppe 2 unabhängig der Leistungsgruppe 1 oder zusätzlich für durch den AG bereitgestellte Daten, so ist vor Auftragsannahme die Dauer bis zur Visualisierung dem AG mitzuteilen.

Die Mindestlaufzeit der Datenvorhaltung je Abruf beträgt 2 Jahre. Eine Datenvorhaltung über diesen Zeitraum hinaus wird separat über die Pos. 2.4. und 2.6. beauftragt.

2.3.2 Mindestanforderungen WEB-GIS-Applikation

Im Folgenden gelten folgende Mindestanforderungen an die WEB-GIS-Applikation:

Zugang, Nutzer und Rollen

- Browserbasiert, ohne Plug-ins, kompatibel mit aktuellen Standardbrowsern; responsive Bedienung auch mobil.
- Nutzerkontingent: mindestens 25 Benutzer je Projekt enthalten, inkl. Onboarding/Schulung/Support. Erweiterungen in Paketen zu je 10 Nutzern zubuchbar.
- Rollenbasiertes Berechtigungskonzept (z. B. Admin, Power-User, Viewer) mit projektspezifischen Zugriffsrechten.
- Verfügbarkeit 24/7
- Redundante Datensicherung,

- Zugriffsschutz,
- User-Management für 100+ Nutzer
- Ausfallmanagement und Ausfallsicherheit mit einer Mindestverfügbarkeit von 99,8%

Daten- und Layerunterstützung

- Orthofotos (Kachel-/Tile-Darstellung),
- Punktwolken (Web-Streaming),
- DGM/DOM,
- Vektorlagen (Lageplan, Flur/Bestand),
- Trassierungsdaten (Achs- und Kilometrierungslinien, Hektometerpunkte),
- IFC-Modelle (Bauwerks-/Bauteil-Modelle),
- 360°-Panoramabilder, georeferenzierte Einzelfotos,
- Punktwolken und Orthofotos externer Quellen (z.B. Mobile Mapping Systeme, terrestrische Laserscans).
- Schaltbares Ein-/Ausblenden, Layerreihenfolge, Transparenzregler, Vergleichsansichten (Swipe/Split/Side-by-Side) für Multitemporalvergleiche
- Mess- und Analysetools (2D/3D, Fläche, Volumen)
- Multitemporale Vergleiche und Überlagerung von Orthofotos und 2D-Lageplänen möglich sowie von 3D-Punktwolken und IFC-Modellen.
- Lage- und höhengenaue Vergleich für alle Datenquellen.
- Versionierung/Epochenverwaltung für Baufortschritt; klare Kennzeichnung von Ständen (t0/t1/t2).

Bahnspezifische Mess- und Navigationswerkzeuge

- Koordinaten-/Attributabfrage im Projektbezug.
- Streckenmessung (mehrsegmentig), Flächenmessung, Höhen-/Delta-H-Messung direkt in der Punktwolke und auf Orthofotos.
- Station/Offset bezogen auf die Kilometrierungslinie: Ausgabe von Strecke/Kilometer sowie seitlichem Versatz (links/rechts) auf Zentimeter.
- Rechtwinklige Abstandsmessung zur Gleisachse
- Abstandsmessung entlang der Gleisachse, auch im Bogen und Weichenbereich
- digitales Bandmaß entlang der Kilometrierung.
- Ein-/Ausblendung von Gleisachsen, Kilometrierungslinien und Hektometerpunkten;
- Such-/Sprungfunktion nach Strecke/Kilometer bzw. Hektometerpunkten.

Baufortschritt und Soll-Ist-Prüfungen

- Multitemporal: Vergleich mehrerer Epochen (z. B. t0/t1/t2) per Side-by-Side/Swipe; Synchron-Navigation, Datumsfilter,
- Orthofoto zu Lageplan: Überlagerung mit Lageplan/Vektorlagen; Messbare Prüfung der lagegleichen Übereinstimmung.

- IFC-Modell zu Punktwolke: Positions- und Geometrieabweichungen (Soll-Ist) als Farbcodierung/Heatmap; Schwellenwerte konfigurierbar; Bauteil-Auswahl/Isolierung, Sichtprüfung.
- Trassierungsdaten: Einbindung von Achsen/Trassierungsinformationen (z. B. LandXML/IFC Alignment). Visualisierung von Radius-/Übergangsbögen, Neigungen; Bezug für Messungen und Navigation.
- Volumenermittlung: Polygonbasierte Cut/Fill-Berechnung gegenüber Bezugsebene oder DGM; Ausgabe von Auf-/Abtragsvolumen, Flächenumfang, mittlere Höhenänderung.
- Volumendifferenz zwischen Epochen: Vergleich t0 vs. t1 (Cut/Fill-Differenz), Berücksichtigung von Masken/Pflichtenflächen; Download der Kennzahlen.
- Lagegenaue Visualisierung datenschutzkonformer Einzelbilder (Rohdaten aus Befliegung)
- Lagegenaue Visualisierung datenschutzkonformer Einzelbilder (Importdaten)
- Lagegenaue Visualisierung datenschutzkonformer 360° Bilder (Importdaten)

Interaktion, Annotation und Zusammenarbeit

- Anmerkungen/Marker mit Text, Datum, Layerbezug; Zuordnung zu Station/Kilometer; Teilen innerhalb berechtigter Nutzergruppen.
- Export von Messungen/Annotationen als CSV/GeoJSON/GPKG; Bericht-Export inkl. Mess-/Annotationsoverlays (PNG/JPG oder PDF).

Export und Downloadfunktion

- Bereitstellung von Downloads der bereitgestellten Projektdateien in Originalformaten über die AN-Cloud (gemäß Cloud-Kapitel), alternativ über die WEB-GIS-Applikation. Die WEB-GIS-Applikation stellt primär Visualisierung, Messung, Annotation und Snapshots bereit.

Performance- und Skalierungsanforderungen

- Lade- und Ansichtswechselzeiten: Mindestens 90 % aller View-/Layerwechsel ≤ 1 s bei mind. 20Mbit/s Downloadtraffic. Punktwolkenladezeiten für zusammenhängende Projektbereiche bei mindestens 90% Abdeckung ≤ 5 s.
- Skalierung für parallele Nutzung (min. 100 gleichzeitige Sitzungen) innerhalb eins Projekts ohne wesentliche Leistungseinbußen; Monitoring von Antwortzeiten und Fehlerquoten.

Hosting, Sicherheit und Datenschutz

- Hosting durch den AN, Datenresidenz EU/EWR;
- Rollenbasierte Zugriffskontrolle, MFA, Protokollierung (Audit-Logs) von Logins/Downloads/Änderungen; Bereitstellung der Logs auf Anforderung.

- DSGVO-konform: Keine öffentliche Freigabe ohne AG-Freigabe; Anonymisierung/Verpixelung personenbezogener Inhalte durch AN (z.B. Personen, Kennzeichen, Privatflächen) vor Freigabe im Viewer.
- Regelmäßige Backups mindestens vierwöchentliche Vollsicherungen; Wiederherstellungskonzept mit definierten RPO/RTO.

Import und Visualisierung AG-seitig bereitgestellter Produkte

- Importpipeline für Daten aus externen Datenquellen unabhängig der Leistungspositionen 01.01./01.02.,
 - Orthofotos, (aus UAS-Befliegungen, bemannte Befliegungen, Satellitenbildaufnahmen), GeoTIFF (Kompression JPEG, LZW oder DEFLATE)
 - Punktwolken (aus Photogrammetrie und LiDAR) einschl. Panoramen, (aus Befliegungen, kinematischen Scans, stationäre Scans), LAS/LAZ 1.4; Panoramen (TLS/MLS): JPEG equirektangular (2:1), z. B. ≥ 12 MP, EXIF/XMP mit Zeitstempel (UTC) und Georeferenzierung nach JPEG-Standard (Lat/Lon/H im WGS84)
 - DGM/DOM (GeoTIFF (Float32))
 - Lagepläne/Vektorlagen, dwg, dxf, GeoPackage, GeoJSON, KML, KMZ
 - Trassierungsdaten (Achsen/Kilometrierung), LandXML 1.2 (horizontal/vertikal inkl. Stationierung), optional IFC 4.3 Alignment
 - Sonstige GIS-Daten, Vektor: GeoPackage, GeoJSON, KML/KMZ. Raster: GeoTIFF
 - IFC-Modelle, IFC 4.3 bevorzugt; fallback IFC 2x3
 - georeferenzierte 360°-Panoramabilder, JPEG equirektangular (2:1), ≥ 12 MP. Angaben: EXIF/XMP mit Lat/Lon, Höhe, Heading; alternativ Pose-CSV/JSON (ID, Zeit, X/Y/H, Yaw/Pitch/Roll). Standortpunkte als GPKG/GeoJSON
 - georeferenzierte Einzelfotos. JPEG; Angaben: EXIF mit Lat/Lon, Höhe, Blickrichtung/Brennweite, Zeitstempel (UTC).
- Sicherstellung konsistenter Koordinaten-/Höhenbezüge (gemäß Kapitel Koordinatenbezug); keine dauerhafte Veränderung der Quelldaten, alle Anpassungen sind visuell/parametrisch.

Nutzerpakete, Schulung und Support

- Enthalten: 25 Nutzerkonten pro Projekt (Viewer/Cloud-Zugänge gemäß Berechtigungskonzept). Inkl. Einrichtung, Rollen-/Rechtezuordnung, Initial-Onboarding, Kurzschulung (Remote) und Support.
- Erweiterung: zubuchbare User-Pakete zu je 10 Nutzern inkl. Einrichtung, Rollen-/Rechtezuordnung, Initial-Onboarding, Kurzschulung (Remote) und Support.

- Support: Telefonsupport in deutscher Sprache, Erreichbarkeit mindestens Werktägig 07:00 – 17:00, deutschsprachige Dokumentation/Quick-Guides, optional kurze Video-Tutorials.

3 Arbeitsschutz, Datenschutz, Compliance

Die im Rahmen des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung einzuhaltenden allgemeinen Sicherheitsstandards zur Vermeidung von Gefahren durch oder für den Eisenbahnbetrieb sind bekannt und einzuhalten.

Der Auftragnehmer ist für die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften der DB AG sowie der zuständigen Berufsgenossenschaft selbst verantwortlich.

Der Auftragnehmer hat sämtliche eingesetzten Mitarbeiter und solche evtl. im Rahmen von beauftragten Dritten in die besonderen Gefahren des Eisenbahnbetriebes, sowie deren Vermeidung nach DGUV Vorschrift 78 und DGUV Regel 101-024 und des Modules 132.0118 der DB InfraGO AG, zu unterweisen und die Unterweisung auf Verlangen vorzulegen.

Die Durchführung der Befliegungen und die Verarbeitung der Daten erfolgen unter Beachtung aller einschlägigen Rechtsvorschriften, Genehmigungen und internen Regelwerke. Datenschutz wird als durchgängiges Prinzip der Planung, Erhebung, Verarbeitung, Speicherung, Visualisierung und Übergabe verstanden.

- Datenschutzrollen und Rechtsgrundlage:
 - Der AG ist Verantwortlicher, der AN handelt als Auftragsverarbeiter im Sinne der DSGVO. Vor Beginn ist ein Auftragsverarbeitungsvertrag (AVV) abzuschließen.
 - Verarbeitung nur im dokumentierten Auftrag; Unterauftragsverarbeiter nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des AG.
- Grundsätze der Datenverarbeitung:
 - Datenminimierung: Flugplanung (Flughöhe, Flugzeiten, Bildwinkel) ist so auszulegen, dass die Erfassung personenbezogener Daten bestmöglich vermieden oder reduziert wird.
 - Zweckbindung und Speicherbegrenzung: Nutzung ausschließlich für die vertraglich definierten Zwecke; Lösch- und Archivierungsfristen sind einzuhalten und zu protokollieren.
 - Transparenz: Verarbeitungsverzeichnis und technische-organisatorische Maßnahmen (TOM) sind vorzuhalten und auf Anforderung vorzulegen.
- Schutzmaßnahmen:
 - Technische Maßnahmen: Verschlüsselung in Transit und at rest, Härtung der Systeme, Zugriff nach Need-to-know, Protokollierung und regelmäßige Überprüfung der Logs, Schwachstellenmanagement.
 - Organisatorische Maßnahmen: Vertraulichkeitsverpflichtung des Personals, Datenschutzunterweisungen, Zutritts-/Zugriffskontrollen an Betriebs- und Werkgeländen.

- Anonymisierung/Redaktion: Personen, Kfz-Kennzeichen und andere identifizierende Merkmale sind vor Weitergabe und Bereitstellung zu anonymisieren bzw. zu verpixeln; der AN dokumentiert die Verfahren.
- Betroffenenrechte und Incident-Management:
 - Unterstützung des AG bei der Erfüllung von Betroffenenrechten (Auskunft, Löschung, Einschränkung) in Bezug auf die verarbeiteten Daten.
 - Melde- und Eskalationswege: Datenschutzvorfälle sind unverzüglich an den AG zu melden; Bereitstellung aller zur Bewertung erforderlichen Informationen, inklusive Ursachenanalyse und Maßnahmenplan. Gesetzliche Meldefristen (z. B. 72 Stunden) sind einzuhalten.
- Datenübermittlung und -standorte:
 - Keine Datenübertragung in Drittländer ohne vorherige schriftliche Zustimmung des AG sowie geeignete Garantien. Verarbeitung ausschließlich innerhalb EU/EWR, sofern nicht anderweitig genehmigt.
- Übrige Compliance:
 - Einhaltung UAS-Regularien und Genehmigungen; besondere Schutzvorschriften auf Betriebs- und Werkgeländen; Beachtung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen des AG.