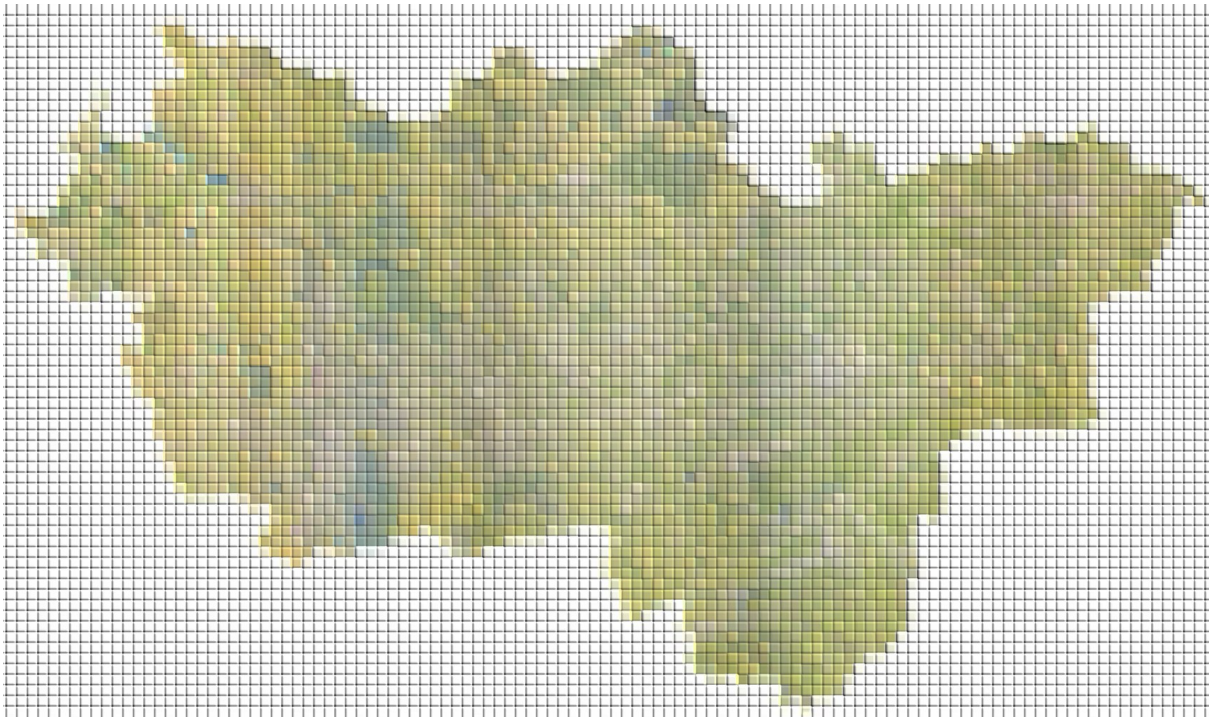


Leistungsbeschreibung

Multiperspektivluftbilder Regionalverband Ruhr Frühjahr 2027

Auftraggeber:	Regionalverband Ruhr
Verfahrensart:	offenes Verfahren (EU-weit) V-2026-0081
Beschaffungsvorhaben:	Aufnahme und Lieferung von: • Senkrechtluftbildern (RGBI, GSD besser als 8 cm) • Schrägluftbildern (RGB, GSD besser als 8 cm)



Einleitung

Der Regionalverband Ruhr (RVR) lässt seit den 1920er Jahren zum Zweck der Raumb Beobachtung Bildflüge in der Region in Zusammenarbeit mit den Verbandsmitgliedern durchführen. Im Frühjahr 2027 soll eine flächendeckende Befliegung des gesamten Verbandsgebietes erfolgen. Hierzu haben sich die Verbandsmitglieder in Kooperationsverträgen auf die organisatorischen und technischen Parameter verständigt. Ziel der Ausschreibung sind die **Befliegung** sowie die **Lieferung** digitaler Multiperspektivluftbilder.

Im Frühjahr 2027 soll das gesamte Verbandsgebiet (circa 4.439 km²), aufgeteilt in die Lose 1-5, mit folgenden Parametern beflogen werden:

Senkrechtluftbilder (RGBI, GSD besser als 8 cm) und Schrägluftbilder (RGB, GSD besser als 8 cm), festgeschriebene Bildflughöhe 6.000ft (AMSL)

Die Bildflüge sind zwingend in der „unbelaubten Zeit“ ab dem **01.02.2027** bis spätestens **01.04.2027** und mit Freigabe des Auftraggebers durchzuführen. Der einzuhaltende Sonnenstand beträgt mindestens 15°; in den Losen 3 und 4 mindestens 20°.

Los 1 (circa 1.043 km², Sonnenstand 15°):

Kreis Wesel mit den 13 kreisangehörigen Städten und Gemeinden Alpen, Dinslaken, Hamminkeln, Hünxe, Kamp-Lintfort, Moers, Neukirchen-Vluyn, Rheinberg, Schermbeck, Sonsbeck, Voerde (Niederrhein), Wesel und Xanten

Los 2 (circa 1.018 km², Sonnenstand 15°):

Stadt Bottrop, Stadt Gelsenkirchen, Stadt Herne und der Kreis Recklinghausen mit den 10 kreisangehörigen Städten Castrop-Rauxel, Datteln, Dorsten, Gladbeck, Haltern am See, Herten, Marl, Oer-Erkenschwick, Recklinghausen und Waltrop

Los 3 (circa 715 km², Sonnenstand 20°):

Stadt Bochum, Stadt Hagen und der Ennepe-Ruhr-Kreis mit den 9 kreisangehörigen Städten Breckerfeld, Ennepetal, Gevelsberg, Hattingen, Herdecke, Schwelm, Sprockhövel, Wetter (Ruhr) und Witten

Los 4 (circa 1.050 km², Sonnenstand 20°):

Stadt Dortmund, Stadt Hamm und der Kreis Unna mit den 10 kreisangehörigen Städten und Gemeinden Bergkamen, Fröndenberger/Ruhr, Kamen, Lünen, Schwerte, Selm, Unna, Werne, Bönen und Holzwickede

Los 5 (circa 611 km², Sonnenstand 15°):

Stadt Duisburg, Stadt Mülheim an der Ruhr, Stadt Oberhausen und Stadt Essen

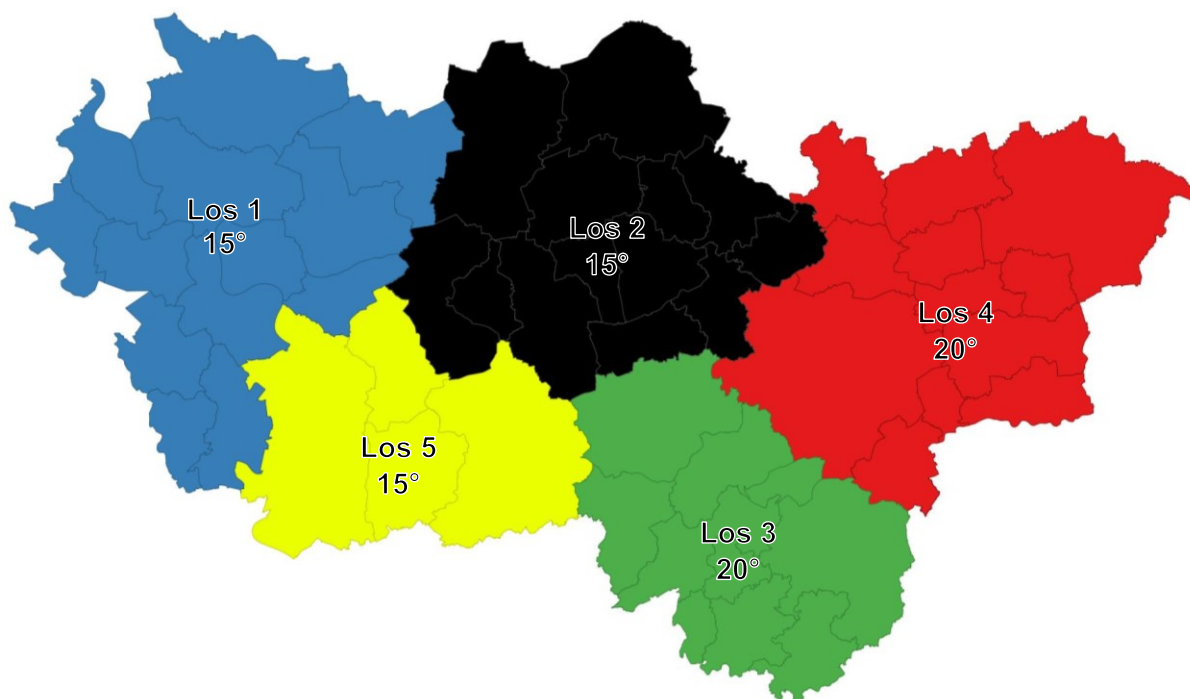


Abb. 1: Loseinteilung und einzuhaltende Sonnenstände für das Bildflugvorhaben im Frühjahr 2027

Angebotsabgabe

Mit dem Angebot ist eine Bildflugplanung auf Basis der bereitgestellten Losgrenzen unter Berücksichtigung der **Vorgaben des Leistungsverzeichnisses** einzureichen. Die Bildflugplanung enthält mindestens:

- GeoPackage mit Auslösepunkte, Streifen und Footprints (nur Nadir)
- tabellarische Übersicht mit:
 - Gesamtanzahl der aufzunehmenden Flugstreifen und Bilder
 - Flughöhe und durchschnittliche Bildauflösung (GSD) pro Streifen
 - **Aufnahmedauer** im Bildfluggebiet
 - Bezeichnung des Bildflugzeugs
 - Bezeichnung der Luftbildkamera

Hierbei ist zu beachten, dass die Gesamtbildflugzeit begrenzt ist und bereits in der **Flugplanung nicht überschritten** werden darf. Das maximale Zeitlimit ist wie folgt festgelegt:

- **Los 1: 15 Stunden**
- **Los 2: 15 Stunden**
- **Los 3: 11 Stunden**
- **Los 4: 15 Stunden**
- **Los 5: 10 Stunden**

Begründung:

Die Begrenzung der Bildflugzeit dient der Berücksichtigung umweltbezogener Aspekte in der Leistungsbeschreibung im Sinne von § 31 (3) VgV. Die (großzügige) Begrenzung der Bildflugzeit dient der Vermeidung des Einsatzes unökologischer Systeme (bspw. Kleinstkamerasysteme oder Drohnen) zur Aufnahme der Luftbilder, welche durch die Notwendigkeit von unverhältnismäßig langen Flugzeiten höhere Schadstoffemissionen zur Folge hätten.

Unter Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheitsanforderungen und Kriterien der Luftfahrtsicherheit für dicht besiedelte Gebiete schließt der Auftraggeber Angebote in denen Bieter **einmotorige Flugzeuge** verwenden aus!

Zwingende technische Anforderungen an die Luftfahrzeugausstattung:

- für sämtliche Einsätze sind **zweimotorige Flugzeuge** einzusetzen
- nachzuweisen ist eine Einmotor-Leistungsfähigkeit (One Engine Inoperative, OEI), die einen sicheren Weiterflug oder Abbruch der Mission ermöglicht (Drift-down-Prozeduren, Hindernisfreiheit).

Begründung:

Gemäß SPO.OP.230 ist das Risiko eines Triebwerksausfalls zu berücksichtigen. Der Betrieb mit nur **einem Triebwerk** führt im Ereignisfall zu einem sofortigen Notfall (Gleitflug/Notlandung), während ein **zweimotoriges Flugzeug** das Risiko erheblich reduziert. Damit werden die Anforderungen an Risikominimierung gemäß SPO.OP.230 sowie die Verpflichtungen aus der Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG (technische Maßnahmen vorrangig) erfüllt.

Bietende können Angebote für **ein, mehrere oder sämtliche Lose** abgeben. Bezuschlagt wird wie folgt (siehe auch **Anlage II Zuschlagskriterien, Gewichtung und Wertung**):

Zuschlagskriterien	Gewichtung
Gesamtangebotspreis in Euro	50%
Bodenauflösung in Punkte/m ²	25%
Flugaufwand in Minuten	25%

Grundsätzlich können Bietende für **maximal zwei Lose** bezuschlagt werden. Geben Bietende mehr als zwei Angebote ab und erzielen in mehr als zwei Losen den Zuschlag, erhalten sie nur für diejenigen Lose den Zuschlag, bei dem der preisliche Abstand zum nächstplatzierten Angebot am höchsten ist.

Erbringen Bietende den Nachweis über eine **zweite vollständige Ausrüstung** (Flugzeug, Kamera, Personal etc.) und deren **Verfügbarkeit**, besteht die Möglichkeit **maximal vier Lose** zu bezuschlagen, sofern die Bietenden die Zuschläge in den Losen erzielen.

Die unter Position 1 gefassten Lieferleistungen der Leistungsbeschreibung gelten für sämtliche Lose. Die Bepreisung der Leistungen muss in **Anlage I (Preisblatt)** erfolgen.

Datenlieferung allgemein

Grundsätzlich sind sämtliche Geodaten im ortsüblichen Koordinatensystem zu liefern:

ETRS89 UTM 32N (EPSG-Code 25832)

Die Lieferung der Daten hat in **doppelter Ausfertigung** auf getrennten Festplatten zu erfolgen, die in das Eigentum des Auftraggebers übergehen (gleichartige 3,5 Zoll **interne** Festplatten mit SATA-Schnittstelle). Vor der Auslieferung ist unbedingt **Kontakt mit dem Auftraggeber** zu weiteren Spezifikationen und Konfektionierung der Festplatten aufzunehmen. Bei ungeeigneten Festplatten kann die Lieferung **abgelehnt** werden!

Vor der endgültigen Generierung aller Bilddaten sind dem Auftraggeber **vollaufgelöste Musterbilder** (siehe Position 1) für **jeden Befliegungstag** aus dem Arbeitsgebiet zur Zustimmung (u.a. Prüfung von Bildschärfe, Radiometrie, Wolkenschatten, Bildfehler etc.) vorzulegen. Der Auftraggeber wird dazu eine Liste mit Bildnummern (aus der Flugplanung) bereitstellen. Nach erfolgter **Abnahme der Musterbilder** sollen die Leistungen gemäß der Position 1 erbracht werden.

Die **Gesamtleistung** ist dem Auftraggeber **spätestens 8 Wochen nach Abschluss des Bildfluges** zuzuleiten. Der Auftraggeber wird die erbrachten Leistungen prüfen und zeitnah mitteilen, ob er diese annimmt oder Nachbesserungen erfolgen müssen.

Die **DIN-Normen 18740-1 und 18740-4** sowie die **Produkt- und Qualitätsstandards** der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (**Adv**) für **Digitale Luftbilder [Version 4.1, 25.01.2023]** sind entsprechend zu berücksichtigen.

Vergütung

Die Vergütung durch den Auftraggeber erfolgt nach erfolgreicher Abnahme von **Position 1 (Multiperspektiv-Bildflug)**.

Wird die Befliegung bis **spätestens 15.03.2027** erfolgreich abgeschlossen, erhält der Dienstleister eine **Bonuszahlung von 10%** auf die Position 1. Der Bonus wird nur für **vollständig** beflogene Gebietskörperschaften (siehe auch Leistungsverzeichnis, Position 1) bzw. für das **vollständig** beflogene Los ausbezahlt.

Leistungsverzeichnis

1	Multiperspektiv-Bildflug (Senkrechtluftbilder [RGBI] / Schrägluftbilder [RGB])
Erstellungsparameter	
	Die Bildflüge sind ab dem 01.02.2027 und nach Freigabe durch den Auftraggeber bis spätestens 01.04.2027 (Ende des phänologischen Erstfrühlings) durchzuführen. Der Bildflug ist in einer festgelegten Flughöhe von 6.000 ft (AMSL) zu planen und zu realisieren. Es ist ein geeignetes Digitales Geländemodell zu verwenden. Zulässig sind digitale Großformatreihenmesskameras (bei einer Bodenauflösung von 10 cm muss eine Mindestfläche von 2 km² abgedeckt werden), die gleichzeitig Nadir- und Schrägbilder aufzeichnen (sog. 2-IN-1-Systeme). Die eingesetzten Kamerasysteme müssen mindestens RGB-Aufnahmen erzeugen, die Nadir-Kamera muss Bilddaten zusätzlich im nahen Infrarot (NIR) aufnehmen. Leitprodukte: ▪ IGI UrbanMapper 2P ▪ Vexcel UltraCam Osprey 4.2 Die Bodenauflösung (GSD) der digitalen Luftbilder ist definiert durch: $GSD = \frac{\text{Flughöhe über Grund}}{\text{Brennweite(Kamera)}} \times \text{physikalische Pixelgröße (Sensor)}$ Der Einsatz von digitalen Verfahren/Techniken, die die Auflösung der Luftbilder nachträglich erheblich verbessern, bspw. sogenannte Super-Resolution-Bilder oder vergleichbar, ist nicht zulässig! Die Bildflugplanung und der Bildflug (6.000 ft AMSL) sind wie folgt anzulegen: ▪ möglichst optimierte Anordnung der Auslösepunkte (Chessboard Pattern) ▪ mindestens zwei Stereobildpaare der Senkrechtaufnahmen, die über das Auftragsgebiet hinausgehen ▪ Vollabdeckung des Auftragsgebietes in allen vier Schrägperspektiven durch zusätzliche Flugstreifen und Aufnahmeorte ▪ Durchführung des Bildfluges in West-Ost-/Ost-West-Richtung oder Nord-Süd-/Süd-Nord-Richtung ▪ Längs- und Querüberdeckungen der Senkrechtluftbilder von mindestens 80% und 60% sind zwingend einzuhalten ▪ die Längs- und Querüberdeckungen der Schrägluftbilder sind so anzulegen, dass im Nachgang aus den erfassten Daten mittels Dense-Image-Matching-Verfahren bildbasierte 3D-Punktwolken, True-Orthophotos und texturierte 3D-Meshs abgeleitet werden können ▪ pro Bildauslösepunkt sind 5 Luftbilder (1 Nadir- + 4 Schrägluftbilder) aufzunehmen

Erstellungsparameter	
	Sollte eine Befliegung für das Los nicht vollständig durchgeführt werden, sind die oben genannten Vorgaben zum Bildflug auf die einzelnen im Gebiet befindlichen Gebietskörperschaften (Stadt oder kreisangehörige Stadt/Gemeinde) anzuwenden. Gebietskörperschaften, die <u>nicht vollständig</u> mit Senkrecht- und Schrägaufnahmen abgedeckt sind, werden <u>nicht abgenommen</u>. Sollte abzusehen sein, dass aufgrund widriger Witterungsverhältnisse die Befliegung ausnahmsweise nicht oder nur unvollständig erfolgen kann, muss im Einzelfall eine Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer über das weitere Vorgehen erfolgen. 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 dabei einzuhalten. Falls Restriktionen in Teilbereichen des Luftraums die geforderte Bodenauflösung in Kombination mit der eingesetzten Kamera nicht ermöglichen, so ist dies dem Auftraggeber deutlich kenntlich zu machen (Übersichtskarte) und im Angebot entsprechend zu berücksichtigen. Verschlechterungen der ausgeschriebenen GSD können aufgrund von temporären Luftraumbeschränkungen seitens der Deutschen Flugsicherung nur in Einzelfällen zugelassen werden. Dies ist im Angebot mit einem Nachweis der Art und Weise der Restriktion unter Angabe der Aufnahmeorte zu dokumentieren.
	Senkrechtbild-Aufnahmen (Nadir): ▪ RGBI-Sensor ▪ Einzelbildauflösung mindestens 280 Megapixel ▪ Bodenauflösung (GSD) besser als 8 cm ▪ Längs-/Querüberdeckung mindestens 80/60% ▪ volle Stereoabdeckung
	Schrägbild-Aufnahmen (Oblique): ▪ RGB-Sensor ▪ Einzelbildauflösung mindestens 140 Megapixel ▪ mittlere Bodenauflösung (GSD) besser als 8 cm ▪ Längs-/Querüberdeckung sind so auszulegen, dass im Nachgang aus den erfassten Daten mittels Dense-Image-Matching-Verfahren bildbasierte 3D-Punktwolken, True-Orthophotos und texturierte 3D-Meshs abgeleitet werden können ▪ Vollabdeckung in allen vier Himmelsrichtungen (N-O-S-W) ▪ mittlerer Kippwinkel zwischen 40° und 45°
	Die Erfassung der Aufnahmeorte hat mittels hochpräzisem GNSS/INS zu erfolgen. Folgende zusätzliche Parameter sind für den Zeitpunkt eines Bildflugs einzuhalten: ▪ einzuhaltender minimaler Sonnenstand 15°/20° (siehe Abb. 1, Seite 2): • Los 1: 15° • Los 2: 15° • Los 3: 20° • Los 4: 20° • Los 5: 15° ▪ möglichst keine sichtbaren Wolkenschatten, Überflutungen, Raureif, Dunst oder Schnee

Lieferleistung

- **Ausführliches Flugprotokoll** mit Auflistung von:
 - Flugstreifen- und Bildnummern
 - Flugtag und Aufnahmezeit
 - Flughöhe über Grund
 - horizontale Sichtweite
 - Bewölkung
 - Bodenauflösung und Längs-/Querüberdeckung
 - verwendete Kamera, Brennweite, Blende, Belichtungszeit und Filter
 - Erläuterungen von Besonderheiten und Abweichungen**spätestens 1 Woche nach Abschluss des jeweiligen Bildfluges**
- **Kalibrierungsprotokolle:**
 - inertielle Messeinheit (IMU)
 - digitale Kamera und Spektralbereiche der Farbkanäle**spätestens 1 Woche nach Abschluss der letzten Aufnahme**
- **GeoPackage:**
 - Bildmittelpunkte mit x, y, z, Bild- und Streifennummer
 - Bildflugstreifen mit Streifennummern
 - Footprints der abgedeckten Bodenflächen (Nadir und Oblique mit „Sky-Up-Lage“) mit x, y, z, Bild- und Streifennummer**spätestens 1 Woche nach Abschluss des jeweiligen Bildfluges**
- **postprozessierter GNSS/INS-Datensatz** der Projektionszentren der Luftbilddaufnahmen (Schrägluftbilder mit „Sky-Up-Lage“) im ASCII-Format (**xyzopk-Datei**) mit:
 - Flugstreifen
 - Bildnummer
 - Aufnahmezeit
 - Lage- und Höhe (EPSG-Code 25832 / EPSG-Code 7837)
 - Drehwinkel (ω), (ϕ) und (κ) in den Maßeinheiten **Grad****spätestens 6 Wochen nach Abschluss der letzten Aufnahme**
- radiometrisch optimierte **Luftbilder (Nadir, RGBI)**:
 - TIF-Format
 - **LZW komprimiert**
 - 8-Bit je Farbkanal
 - Bild-Kachelung (internes Tiling) 256x256 pel²
 - **ohne Bildpyramiden**
 - genäherte Georeferenzierung bezogen auf die Geländehöhen (das örtliche digitale Geländemodell) als zusätzliche World-Datei (*.tfw), Benennung wie Bilddatei**spätestens 6 Wochen nach Abschluss der letzten Aufnahme**
- radiometrisch optimierte **Schrägluftbilder (Oblique, RGB)**:
 - TIF-Format
 - **LZW komprimiert**
 - „Sky-Up-Lage“
 - **ohne Bildpyramiden****spätestens 8 Wochen nach Abschluss der letzten Aufnahme**