



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

Leitfaden

zur Ausschreibung eines Airborne Laserscanning

Version 1.5

Status:

- 39. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2024/05
- 32. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2019/12
- 31. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 31/09
- 30. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 30/03
- 26. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 26/12
- 25. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, AK-Beschluss 25/09

**Bearbeitet von der Projektgruppe 3D-Geobasisdaten
im AdV-Arbeitskreis Geotopographie**

Bearbeitungsstand: 01.03.2024

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-DGM/DOM erarbeitet und nachfolgend von der Projektgruppe 3D-Geobasisdaten überarbeitet worden. Es wurde vom Arbeitskreis mit AK GT-Beschluss 25/09 verabschiedet und mit Beschluss GT 2019/12 fortgeführt.

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

Leitfaden zur Ausschreibung eines Airborne Laserscanning als Grundlage zur Herstellung von ATKIS-DGM

Vorbemerkungen

	1	Der vorliegende Leitfaden zur Ausschreibung eines Airborne Laserscanning als Grundlage zur Herstellung von ATKIS-DGM/DOM beruht auf Erfahrungen aus den Bundesländern sowie der Bundesanstalt für Gewässerkunde und wird kontinuierlich gepflegt.
	2	Die Textpassagen sind individuell an die Erfordernisse der Mitgliedsverwaltungen, insbesondere an geltende Rechtsvorschriften (z.B. VOL) anzupassen.
	3	Nicht alle Textpassagen sind zwingend erforderlich. Sie dienen lediglich zur Orientierung.
	4	Die vorliegenden Textpassagen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

1. Planung und Beauftragung der ALS-Befliegung

Veranlassung	1	Vorrangiges Ziel soll die Gewinnung von hochauflösenden Höhendaten und die Erstellung von ATKIS-DGM nach AdV-Produkt- und Qualitätsstandard (PQS) in der jeweils aktuellen Fassung sein. Des Weiteren werden die Daten auch für die Erstellung von Oberflächenmodellen (DOM) und 3D-Gebäudemodellen benötigt.
Angaben im Angebot	1	Mit dem Angebot ist ein projektvergleichbarer Referenzdatensatz nach den Kriterien dieser Leistungsbeschreibung zu liefern. Die Testdaten sollen Gebiete von ca. x km ² mit Siedlungsflächen, dichter Vegetation und bewegtem Gelände enthalten. Die Testdaten sind auf einem geeigneten gebräuchlichen Datenträger zur Verfügung zu stellen.
	2	Den Anbietern ist ein eigener unklassifizierter Testdatensatz zur Bearbeitung zur Verfügung zu stellen. <i>(Die Ergebnisse der Testklassifizierung sind so objektiv statistisch mit dem Referenzdatensatz der Vermessungsverwaltung vergleichbar.)</i>
	3	Anzahl und Art der einzusetzenden Flugzeuge
	4	Anzahl der einzusetzenden Scanner , Typ mit Seriennummer, Baujahr, technische Parameter <i>(Pulsfrequenz, Scanwinkel, Streuung des Messpunktes, messbare Echos)</i>
	5	Angaben zum GNSS/INS -System, Typ und Genauigkeit
	6	Angaben zum Zugriff auf die Ressourcen zu (2) und (3) mit ihrer Reaktionszeit
	7	Nachweis der Beibehaltung der Kalibrierungswerte
	8	Angaben zum auftragsbezogenen technischen Workflow incl. Besonderheiten und Maßnahmen zur Qualitätskontrolle. Als Projektplanungsbericht sind eine Zeitplanung und detaillierte Beschreibung des Arbeitsablaufes in technologischen Teilschritten <i>(ggf. incl. Zertifikate)</i> mit dem Angebot einzureichen. Mindestens folgende Teilschritte sind zu beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> - Gebietsplanung/Losplanung <i>(Flugplanung, mit Angaben zur Planungssoftware)</i> - Angaben zum Laserscanning entsprechend der Leistungsbeschreibung <i>(Flug, Messpunktdichte, Lage- und Höhengenaugigkeit der transformierten 3D-Koordinaten im Zielsystem, Laserwiederholrate, Scanfrequenz, Maximaler Scanwinkel, Effektiver Scanwinkel nach Abzug der Streifenüberlappungen, Mittlere Flughöhe, Mittlere Fluggeschwindigkeit, Angabe der Streifenbreite, Angabe der Querüberdeckung, Durchmesser des Laserstrahls am Boden, Anzahl und Art der Echos, Erfassen der Reflexionsintensität (Verfahrensbeschreibung))</i> - Sicherstellung und Nachweis der flächendeckenden Aufnahme des Befliegungsgebiet - Verfahren der GNSS/INS-Auswertung - Verfahren der Laserrohdatenprozessierung - Verfahren der Flugstreifenausgleichung <i>(inkl. Verhinderung oder Minimierung von Offset-Fehlern)</i> - Klassifizierung der Laserrohdaten

		<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der erreichten Punktdichte - Menge und Art der benötigten Referenzobjekte - Verfahren zur Prüfung der Lage- und Höhengenaugigkeiten der Messpunkte in den Referenzobjekten
	9	Angaben zur Umsatzentwicklung der letzten drei Geschäftsjahre im Unternehmen bzw. Unternehmenszweig, der für die Auftragsvergabe relevant ist.
	10	Anzahl der festen und freien Mitarbeiter mit einer Aufschlüsselung in technische Entwicklung, Projektierung/Konzeption, Pflege, Schulung und Support sowie einer Aufschlüsselung nach Qualifikationen. Darstellung der Arbeitsschwerpunkte mit entsprechender Zuordnung zur geforderten Leistung.
	11	Darstellung des Firmenleistungsspektrums mit entsprechender Zuordnung zur geforderten Leistung.
	12	Beschreibung der hard- und softwaretechnischen Ausrüstung des Unternehmens.
	13	Liste der wesentlichen in den letzten drei Jahren erbrachten, mit dem Auftragsgegenstand vergleichbaren Leistungen jeweils mit Projektbeschreibung, Angabe des Rechnungswertes, Angabe der Leistungszeit und Angaben darüber, ob es sich um einen öffentlichen oder privaten Auftraggeber (AG) gehandelt hat (Referenzliste).
Unterlagen des Auftraggebers	1	<p>Dem Auftragnehmer (AN) werden, soweit keine weitreichenden Open-Data-Regelungen vorhanden sind, kostenfrei und nach Absprache folgende Unterlagen für den Projektzeitraum zur Verfügung gestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GNSS-Daten der SAPOS-Stationen (<i>RINEX, 1 Hz, ETRS89</i>) - Ausweisung des Flug- bzw. Bearbeitungsgebietes in graphischer und digitaler Form - Geoidanomalien des Projektgebietes - Beschreibung der Zielsysteme (<i>Ellipsoidparameter, Projektion</i>) - Gebäudeumringe aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (<i>ALKIS</i>) - Umringe anderer Objektarten z.B. Brücken - Kartenmaterial - Referenzdaten zur Feingeoreferenzierung nach individueller Absprache (<i>Anzahl, Größe, Lage und Dichte</i>) - Digitale Orthophotos (<i>DOP20</i>)/ <i>Digitale TrueOrthophotos (TrueDOP20)</i> - Digitales Geländemodell (<i>DGM1,...</i>)
SAPOS	1	Der AG stellt den Betrieb der benötigten SAPOS-Referenzstationen während der Flugsessionen sicher. Die Daten werden mit einer Rate von 1 Hz aufgezeichnet und sind im RINEX-Format auf Datenträger bzw. per Download beim Auftraggeber abrufbar.
	2	Die Korrekturdaten der SAPOS-Referenzstationen des Landes xx können kostenfrei bereitgestellt werden. Die ggf. bei der Nutzung der SAPOS-Stationen anderer Bundesländer entstehenden Kosten sind vom Auftragnehmer zu tragen.
	3	Der geplante Einsatz von SAPOS-Referenzstationen oder virtuellen Referenzstationen ist im Vorfeld gegenüber dem Auftraggeber anzuzeigen.
	4	Bei nicht ausreichender Deckung von Gebieten durch SAPOS-Stationen müssen Referenzstationen auf geodätischen Grundnetzpunkten für die Datenerfassung vom Auftragnehmer aufgestellt und betreut werden.
Flugplanung	1	Im Rahmen der Angebotsabgabe ist eine Grobplanung abzugeben.
	2	Die detaillierte Flugplanung des AN bedarf vor der Befliegung der Freigabe durch den Auftraggeber. Zu diesem Zweck sind die geplanten Flugstreifen digital und georeferenziert vorzulegen.
	3	Die vom AG freigegebene Flugplanung ist Vertragsbestandteil. Etwaige Änderungen müssen dem AG vor Flugdurchführung vorgelegt werden. Der AG behält sich vor, der Änderung nicht zuzustimmen.

Projektkommunikation	1 2 3 4	<p>Der AN benennt einen technischen Projektleiter als alleinigen Ansprechpartner für den Auftraggeber.</p> <p>Der AG benennt jeweils einen technischen und vergaberechtlichen Ansprechpartner.</p> <p>Alle Arbeiten sind in enger Abstimmung mit dem AG durchzuführen.</p> <p>Nach Auftragserteilung setzt der AG ein Projektgespräch an, in dem die Inhalte der Leistungsbeschreibung zwischen AG und AN intensiv besprochen werden. Die Besprechung erfolgt am Sitz des AG. Sollte der AN einen anderen Besprechungsort wünschen, so sind die erforderlichen Reisekosten durch den AN zu tragen.</p>
Vertragsstrafe	1	<p>Werden die Leistungen zu den vereinbarten Terminen nicht oder nicht mängelfrei in gehöriger Weise erbracht und hat der AN dies zu vertreten, so ist der AG berechtigt, vom AN neben der Erfüllung der vereinbarten Leistung die Zahlung einer Vertragsstrafe zu fordern. Im Falle der Überschreitung von Ausführungsfristen beträgt die Vertragsstrafe für jeden Kalendertag 0,1 % der Leistung, die nicht genutzt werden kann. Die Vertragsstrafe aufgrund von Verzug beträgt maximal 5 % der Bruttoauftragssumme (<i>Obergrenze</i>). Das Auftreten offensichtlicher Fehler ist gesondert zu betrachten. Verzug und offensichtliche Fehler sollten konsequent geahndet werden, um den Markt nach besten Möglichkeiten zu regulieren und Fairness einzufordern.</p>
Bewertungskriterien des Angebotes	1 2 3 4	<p>Technische Leistungsfähigkeit</p> <p><i>Lichtpunkt über Grund im Nadir {Spot} [m];</i> $D [m] = hf [m] * B / 1000 [rad]$ $\leq 0,3m: 0P;$ $\leq 0,25m: 5P;$ $\leq 0,2m: 10P$ $> 0,3m: A$</p> <p><i>Die Messstrahldivergenz ist in $1/e^2$ anzugeben.</i> <i>D = Durchmesser des Lichtpunktes</i> <i>hf = Flughöhe über Grund entspricht AGL (above ground level) bzw. HGT (height)</i> <i>B = Öffnungswinkel</i> <i>P = Bewertungspunkte</i> <i>A = Ausschluss</i></p> <p>Scan Winkel effektiv (α_{eff}) {field of View effective} [deg]; $\alpha_{eff} [deg] = 2 * \arctan (x [m] / (2 * hf [m]))$ $\leq 25^\circ: 10P;$ $\leq 35^\circ: 5P;$ $\leq 45^\circ: 0P;$ $> 45^\circ: A$</p> <p><i>x = effektive Streifenbreite</i></p> <p>Struktur und Ablage des Referenzdatensatzes und / oder Testdatensatzes (jeweils): <i>vollständig / 10P;</i> <i>(entsprechend der Leistungsbeschreibung)</i> <i>geringfügig unvollständig / 5P;</i> <i>(ein fehlender Datensatz);</i> <i>unvollständig / 0P</i> <i>(zwei oder mehr fehlende Datensätze)</i></p>

	5	relative Lage- und Höhenfehler zwischen den Flugspuren im Referenzdatensatz Lage: $\leq 0,20m / 10P$; $> 0,20m / 5P$; $> 0,30m / A$ Höhe: $\leq 0,10m / 10P$; $> 0,10m / 5P$; $> 0,15m / A$
	6	Klassifikation im Referenzdatensatz und / oder Testdatensatzes (jeweils): <i>fehlerfrei und vollständig / 10P</i> ; <i>bis zu max. 3 Objektfehlern / 5P</i> ; <i>(Brücken, -ansätze, Bewuchs, Gebäude, ...)</i> ; <i>mit strukturellen, in der gesamten Datenkachel vorhandenen, Fehlern / 0P</i> <i>(Böschungen, Niedrigbewuchs, Gebäudebasis, ...)</i>
2. Durchführung der ALS-Befliegung		
Verantwortung	1	Der AN trägt die Verantwortung für die Befliegung, die Datenerhebung und die Datenaufbereitung.
Laserscanner	1	Die Kalibrierung des Scanners muss vom AN durch ein Kalibrierungszertifikat des Herstellers nachgewiesen werden. Die Gültigkeit der geometrischen Kalibrierung zum Zeitpunkt des Fluges ist entweder durch eine Validierungsprüfung nachzuweisen, die nicht länger als ein Jahr zurückliegen darf, oder durch eine erneute Kalibrierung, die nicht länger als zwei Jahre zurückliegen darf. Die Validierungsprüfung kann vom AN selbst ausgeführt werden.
	2	Die Datenerfassung darf ausschließlich mit einem Laserscanner-System erfolgen, welches simultan mindestens x Echo-Klassen aufzeichnet.
Bilderfassung	1	Optional kann eine Bilderfassung mit beauftragt werden.
	2	Für das jeweils beauftragte Los sind parallel zur ALS-Datenerfassung digitalen Bilddaten in den Kanälen Rot, Grün, Blau (RGB) zu erfassen. Diese Bilddaten sind als georeferenzierte, orientierte und plausibilisierte Luftbilder zu liefern. Neben den folgenden Anforderungen, sind die Anforderungen gemäß AdV PQS-DLB (Anlage 5), zu erfüllen. - RGB; Format: GeoTIFF mit tfw-Datei, - mindestens 8 Bit Farbtiefe, - GSD ≤ 20 cm (flughöhenabhängig), - Produktbezeichnung: OLBrgb.
	3	Alternativ ist auch die Erstellung und Bereitstellung von digitalen Orthophotos gemäß AdV PQS DOP möglich.
	4	Falls die Befliegung nach Absprache mit dem AG teilweise bei unzureichenden Lichtbedingungen stattfinden wird, entfallen die Aufnahme und Auswertungen der Luftbilddaten für diese Teilabschnitte und sind auch nicht abrechenbar.
Messpunktgenauigkeit	1	Alle Maßnahmen zum Erreichen der geforderten Genauigkeiten werden im erforderlichen Umfang eigenverantwortlich durch den AN getroffen.
	2	Die anzustrebende absolute erweiterte Objektpunktunsicherheit* darf U95 ($p= 95\%$) nicht unterschreiten.

		<p>(* gem.: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Übersetzung des „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Auflage 1995, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich)</p> <p>Die absolute Objektpunktunsicherheit der Primärdaten richtet sich nach der Spezifikation des AdV-PQS für 3D-Messdaten</p> <p>3 Lage: $U_y = U_x \leq \pm 30 \text{ cm}$</p> <p>4 Höhe: $U_h \leq \pm 15 \text{ cm}$ (+ 20% je nach Geländebewegtheit und Bewuchs)</p> <p>5 Der Durchmesser des Spots des Laserstrahls am Boden darf 30 cm nicht überschreiten; die Angabe ist auf eine Messstrahldivergenz von $1/e^2$ bezogen.</p> <p>6 Für das Vorhaben ist eine Technologie einzusetzen, die dem heutigen Stand der Technik entspricht und insbesondere außergewöhnlich hohe Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit erfüllt.</p>
geometrische Auflösung	<p>1 Die geforderte Messpunktdichte beträgt mindestens 4 Punkte / m² Last- und Only>Returns.</p> <p>2 Der maximale Punktabstand darf 60 cm längs und quer zur Flugstreifenanordnung nicht überschreiten.</p> <p>3 Abweichungen sind nur in Bereichen reflektierender Oberflächen zulässig, die unvermeidbar sind. <i>(Gewässer, Solaranlagen, Glasdächer/-fassaden, glasierte und sonstige reflektierende Dachbedeckungen, ...)</i></p> <p>4 Die Punktdichte muss mit nur einem Flugstreifen und mit nur einem Laserscanner erreicht werden. Dies ist durch die technische Spezifikation des Lasers (<i>Messrate, Öffnungswinkel, usw.</i>) nachzuweisen.</p> <p>5 Eine Punkthomogenität über das gesamte Aufnahmegebiet muss gewährleistet sein.</p>	
meteorologische, hydrologische und botanische Rahmenbedingungen	<p>1 Die Befliegung ist bei überwiegender Laubfreiheit durchzuführen (<i>November - März</i>) und beginnt nach dem ersten stärkeren Bodenfrost.</p> <p>2 Die Messqualität darf nicht durch Wolken, Nebel, Dunst oder Rauchgase beeinträchtigt sein.</p> <p>3 Die Windgeschwindigkeiten zum Befliegungszeitpunkt dürfen keinen Einfluss auf die Qualität der Aufnahme haben.</p> <p>4 Das Befliegungsgebiet muss frei von Hochwasser, Schnee und Eis sein (<i>Pegel bzw. Parameter müssen gebietsabhängig, individuell und im Voraus festgelegt sein</i>).</p> <p>5 Es sind Pegel-/ Tidendstände einzuhalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine Befliegung während eines Hochwassers oder bei überfluteten Flächen ist nicht zulässig. Hochwasser ist als die zeitlich begrenzte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land durch oberirdische Gewässer definiert (§ 72 WHG). Nach dieser Legaldefinition fallen also auch schon kleinere Ausuferungen unter den Begriff Hochwasser. Das reguläre Fluss- und Bachbett muss klar erkenn- und abgrenzbar zum sonstigen Gebiet sein. Als Anhaltspunkt für diese Grenze ist der Übergang zwischen Sand, Schotter, Schilf zu Grasflächen bzw. immergrüne Retentionsflächen in unmittelbarer Nähe der Fluss- und Bachbetten zu sehen. Als Entscheidungshilfe kann die Hochwasser-meldestufe 1 an den entsprechenden Flussläufen genutzt werden. Eine Befliegung bei einem Pegelstand über der Meldestufe 1 abzüglich 20% ist nicht zulässig! Nach Möglichkeit ist auf Niedrigwasserstände Rücksicht zu nehmen. <p>6 Sollten partiell kleinere Flächen mit Reif und/oder Nässe bedeckt sein, muss der Datensatz trotzdem noch flächendeckend zur Ableitung des DGM und eines DOM (<i>jeweils ein 1m-Gitter</i>) geeignet sein.</p>	
	1 Es wird ein Befliegungszeitraum festgesetzt (vom November bis März).	

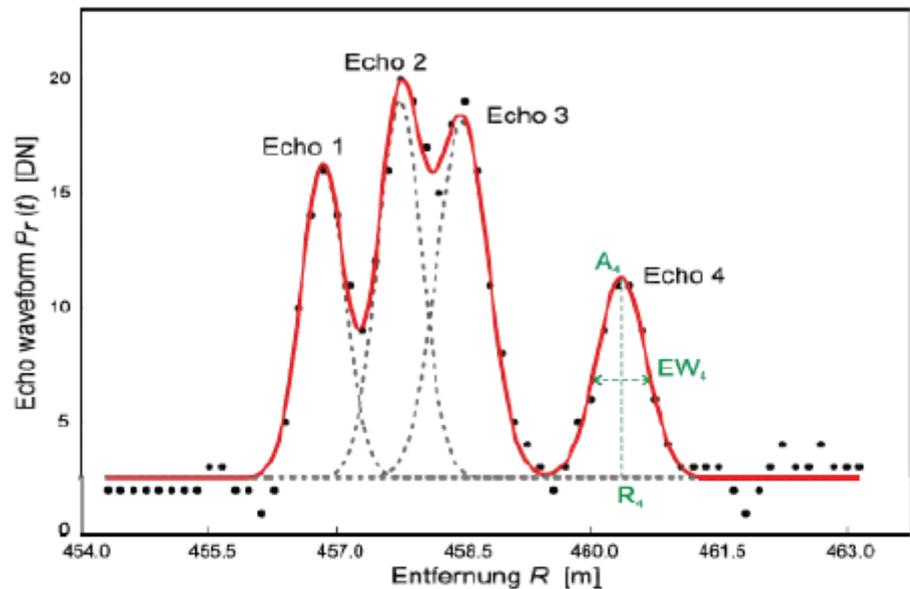
Konfiguration des Befliegungsgebietes	2	Die individuelle Freigabe einer jeden Befliegung durch den AG ist vom AN zu beachten. Telefonisch erteilte Freigaben werden per Mail bestätigt.
	3	Der AG behält sich eine Verlängerung der Befliegungsfrist vor. Ein Rechtsanspruch darauf besteht nicht.
	4	Der Befliegungsauftrag erlischt ohne Setzen einer Nachfrist mit Ablauf des letzten Tages des gesetzten Befliegungszeitraumes beziehungsweise der eingeräumten Verlängerung. Tritt dieser Fall ein, wird der AN vom AG davon schriftlich in Kenntnis gesetzt.
	5	Der AN hat das Recht, ausgeführte Befliegungen innerhalb des Befliegungszeitraumes nachzubessern oder zu wiederholen. Der AG ist von dieser Absicht unverzüglich zu unterrichten.
	6	Über Flugbeschränkungen im Befliegungsgebiet hat sich der AN selbst zu informieren.
	Flugfreigabe	1
Flugdurchführung	1	Die Flugstreifenlänge orientiert sich an den technischen Vorgaben des Inertialsystems in Kombination mit den Genauigkeitsvorgaben. Ein nicht vertretbarer Qualitätsverlust der Messungen durch eine überhöhte Flugstreifenlänge ist auszuschließen.
	2	Die Befliegung muss mindestens einen Tag vor Durchführung einer Kontaktperson des AG telefonisch, per E-Mail oder per Fax gemeldet werden, damit ggf. eine Überprüfung der Bedingungen vor Ort durch den zuständigen Projektpartner möglich ist.
	3	Das Befliegungsgebiet ist lückenlos bzw. flächenhaft vollständig aufzunehmen.
	4	Für die Flugrichtung gibt es keine generelle Vorgabe. Sie orientiert sich an der Losdefinition in Kombination mit der Flugstreifenlänge.
	5	Die Überlappung der Flugstreifen muss mindestens x m betragen.
	6	Die Befliegung von mindestens x Querstreifen ist durchzuführen.
	7	Die Offset-Fehler und Einflüsse aus Kurvenflügen dürfen die Daten nicht verfälschen.
	8	Der Scanwinkel darf +/- x Grad zur Vermeidung von Datenlücken bzgl. eines DGM in Straßenschluchten und dichten Baumbeständen nicht überschreiten (<i>Abschattung, sicht-tote Bereiche</i>).
	9	Unmittelbar nach erfolgtem Flug ist eine erste Plausibilitäts- und Vollständigkeits prüfung durchzuführen.
Information über den Befliegungsfortschritt	1	Durchgeführte Befliegungen sind dem Auftraggeber spätestens am Folgetag mitzuteilen.
	2	Wöchentlich / 14-tägig und zum Abschluss der Befliegung des Gesamtgebietes wird der Stand durch einen kurzen Statusbericht per E-Mail dem AG angezeigt. Der Mindestinhalt ist festzulegen (<i>z.B. erflogene Streifen, Gründe für Nicht-Befliegung, Stand der Prozessierung, Abweichungen vom Pflichtenheft, Aussage zur Zeitplanerfüllung, Besonderheiten</i>).
	3	Sollten Probleme bei der Projektabwicklung auftreten, die das Projekt gefährden (<i>z.B. Ausfall eines Flugzeuges oder eines Laserscansystems, Hard-/Softwareprobleme, Kapazitätsengpässe...</i>), sind diese sofort anzuzeigen.
3. Lieferung und Abnahme der ALS-Daten		
Postprocessing ALS-Daten		
Klassifikation	1	Die erfassten Daten sind nach Boden- und Nichtbodenpunkten (<i>Vegetation, Gebäude, Brücken, Sonstiges</i>) zu klassifizieren.
	2	Der aufgenommene Datenbestand ist zu klassifizieren nach (<i>Klassifizierung gemäß aktueller Codeliste des Produkt- und Qualitätsstandards für 3D-Messdaten</i>): "1" Unklassifizierte Punkte (Vögel, Kfz etc.) – weder DGM- noch DOM-relevant "2" Geländepunkte, allgemein – DGM-relevante Punkte

		<p>"5" Vegetationspunkte, hohe Vegetation</p> <p>"6" Gebäudepunkte</p> <p>"9" Gewässerpunkte</p> <p>"14" Leitungsdrahtpunkte</p> <p>"17" Brückenpunkte</p> <p>"18" Hochpunkte, Rauschen</p> <p>"20" Nicht-Geländepunkte, allgemein (Vegetation, Gebäude, Brücken, Masten etc.) - DOM-relevante Punkte</p> <p>"24" Kellerpunkte</p> <p>"27" Bauwerkspunkte, allgemein</p> <p>"29" Synthetische Punkte, allgemein</p>
	3	Für die Klassifizierung der Bodenpunkte ist sicherzustellen, dass Störungen, die ein DGM beeinflussen, verursacht durch Vegetation, Bebauung und sonstige künstliche Objekte wie Brücken etc. eliminiert werden.
	4	In Bereichen mit dichter Vegetation – ausgenommen Schonungen – darf der Messpunkt- abstand zwischen einzelnen Bodenpunkten 10 m nicht überschreiten. Charakteristische und bedeutende Geländeformen wie Rücken, Grate, Felsformationen, Dämme oder Gräben müssen im klassifizierten Datenbestand so repräsentiert sein, dass sie in einem DGM darstellbar sind. Objekte/Formen im freien Gelände ab 2 m x 5 m und in Waldge- bieten ab 10 m x 20 m müssen im DGM erkennbar sein.
	5	Die Daten sind so zu filtern, dass Fehlmessungen (<i>Vögel, Laufzeitverlängerungen etc.</i>) nicht mehr vorhanden sind. Diese Messungen sind in einer gesonderten Datei nachzu- weisen.
	6	Eine Klassifizierungsgenauigkeit von mindestens 95 % wird erwartet. Sollten zum Erreichen dieser Forderungen interaktive Bearbeitungen notwendig sein, liegen diese im eigenen Ermessen des Auftragnehmers und werden nicht gesondert ab- gegolten.
Streifenanpassung	1	Die Streifenanpassungen dürfen in Lage +/- 10 cm und Höhe +/- 5 cm nicht überschrei- ten.
Systematische Fehler	1	Es sind Methoden einzusetzen um systematische Fehler, wie z.B. Offset, Streifenspan- nungen zu minimieren.
Lage- und Höhenkon- trolle	1	Die Einhaltung der geforderten Genauigkeiten ist anhand von Referenzflächen und Re- ferenzobjekten (<i>Gebäude, Fahrbahnmarkierungen oder Schachtdeckel</i>) zu belegen. Die Referenzflächen dürfen aber keinesfalls zur Niveaueinpassung verwendet werden.
Ordnungskriterien		
Bezugs- und Projektions- systeme	1	Lage: ETRS 89, GRS80-Ellipsoid, UTM-Abbildung, gebietsabhängige Zone (<i>6-stellig</i>), <i>Angabe beispielsweise in EPSG 25832 für Zone 32N bzw. 25833 für Zone 33N</i>
	2	Höhe: DHHN2016, verwendetes Quasigeoid GCG2016, <i>Angabe in EPSG 7837</i>
	3	Die Transformationen sind mit vorgegebenen Transformationsansätzen durchzuführen.
Ablage und Benen- nung	1	Der Dateiname besteht aus 21 Zeichen, abgeleitet aus UTM-Koordinaten der südwestli- chen Kachelecke und einer Dateiendung. <ul style="list-style-type: none"> - Zeichen 1 bis 3: 3dm = 3D-Messdaten - Zeichen 4: ein Unterstrich - Zeichen 5 bis 6: Zonenzahl - Zeichen 7: ein Unterstrich - Zeichen 8 bis 10: 1000-m-Werte East-Koordinate - Zeichen 11: ein Unterstrich

		<ul style="list-style-type: none"> - Zeichen 12 bis 15: 1000-m-Werte der North-Koordinate - Zeichen 16: ein Unterstrich - Zeichen 17: Kachelgröße in km - Zeichen 18: ein Unterstrich - Zeichen 19 bis 20: AdV-Kürzel für das Land optional Erhebungsdatum: - Zeichen 21: ein Unterstrich - Zeichen 21 bis 31: Datum des Erstellungstages, Jahr, Monat, Tag (<i>JJJJ-MM-TT</i>) - Dateiendung: .las - Beispiel: 3dm_ZZ_EEE_NNNN_K_LL_JJJJ-MM-TT.las, 3dm_32_400_5950_1_bb_2010-12-14.las"
Lieferung		
Datenträger	1	Die Lieferung erfolgt auf externe Festplatten mit USB 3.0 Schnittstelle. (<i>optional weiterer Kopien</i>)
	2	Datenträger gehen in das Eigentum des AG über / verbleiben im Eigentum des AN.
	3	Die Festplatte, Verzeichnisse und Dateien sind ohne einschränkende Rechtevergabe zu sichern.
Musterdatensatz	1	Vor der Erstauslieferung von Daten ist dem AG ein Musterdatensatz für eine Vorprüfung zu übersenden! Ziel dieser Prüfung ist eine Optimierung bzw. Feinabstimmung des Postprocessings der Daten an die Erfordernisse des AG. Hierzu wird dem AN ein Prüfbericht übersendet.
	2	Alle Lieferungen, die nicht dem vom AG schriftlich bestätigten Musterdatensatz entsprechen, werden nicht als Vertragserfüllung oder Vertragsteilerfüllung anerkannt.
	3	Der Umfang des Musterdatensatzes ist zu vereinbaren.
Datenlieferungen	1	Es ist ein Gesamtergebnis inklusive aller Dokumentationen und Metadaten zu liefern.
	2	Teillieferungen erfordern die Absprache mit dem AG.
	3	Die Daten sind in der Regel in 1 km x 1 km großen Kacheln auf volle Kilometer im Bezugssystem aufzubereiten.
	4	<p>Klassifizierter Gesamtdatenbestand aus allen originären Messpunkten, LAS-Datei mindestens in der Version 1.2</p> <p>Insbesondere sind dabei zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Public Header Block ist vollständig anzugeben. <ul style="list-style-type: none"> • Der „scale factor“ für X, Y und Z beträgt 0.01. • Der Offset ist folgendermaßen zu belegen: <ul style="list-style-type: none"> o X offset: 0 o Y offset: 5.000.000 o Z offset: 0 • Bei Global Encoding ist in Abhängigkeit der verwendeten LAS-Version eine „1“ bei GPS time type einzutragen. Dadurch wird festgelegt, dass die Adjusted Standard Time (satellite GPS Time minus 1×10^9) angegeben wird. <p style="margin-left: 20px;">GPS time = GPS standard time + 1 000 000 000, or is the unadjusted GPS standard time (continuously counting from Jan 6, 1980)</p> <p>In Abhängigkeit der verwendeten LAS-Version ist das Point Data Record Format 1 zu verwenden und komplett anzugeben.</p>

<i>Item</i>	<i>Format</i>	<i>Size</i>
X	long	4 bytes
Y	long	4 bytes
Z	long	4 bytes
Intensity (Amplitude)	unsigned short	2 bytes
Return Number	3 bits (bits 0 – 2)	3 bits
Number of Returns (given Return)	3 bits (bits 3 – 5)	3 bits
Scan Direction Flag [optional]	1 bit (bit 6)	1 bit
Edge of Flight Line [optional]	1 bit (bit 7)	1 bit
Classification	unsigned char	1 byte
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	1 byte
User Data (Echoweite)	unsigned char	1 byte
Point Source ID	unsigned short	2 bytes
GPS Time	double	8 bytes
Red - normalized reflectivity [optional]	unsigned short	2 bytes
Green	unsigned short	2 bytes
Blue	unsigned short	2 bytes

- Zusätzlich sind die Kenngrößen Amplitude und Echoweite anzugeben (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). Intensity ist mit der Amplitude zu belegen. Amplitude und Intensität unterscheiden sich nur minimal. Daher können die Werte gleichgesetzt werden. User Data ist mit der Echoweite (Return width) zu belegen. Für „User Data“ steht im PDRF 1 nur ein Byte zur Verfügung, daher sind die Werte der Echoweite so zu skalieren, dass nur Werte von 0-255 vorkommen können. Für das gesamte Los ist dabei der gleiche Skalierungsfaktor anzuwenden. Kann die Kenngröße Echoweite nicht geliefert werden, muss dies im Angebot angegeben werden. Dies wird in der Bewertungsmatrix berücksichtigt.
- Die Kenngrößen Scan Direction Flag und Edge of Flight Line sind optional.
- Als GPS-Time ist die Adjusted Standard Time (Satellit GPS Time minus 1×10^9) anzugeben.
- Sollten mehr als 7 Reflexionen registriert werden, sind diese ebenfalls in der LAS-Datei abzulegen. In der LAS-Version 1.2 (PDRF 1) kann Return 8, 9 usw. nicht mehr über die Kenngröße „Return Number“ unterschieden werden.
- Synthetische Punkte erhalten einen „synthetic Flag“. Die Kenngrößen Return Number und Number of Returns sind auf „0“ zu setzen.



Modellierung der verspeicherten Wellenform (schwarze Punkte) mittels der Summation von Gaußschen-Glockenkurven (Rot: Summer aller Glockenkurven, Grau gestrichelt: Individuelle Gauß-Kurve pro Echo); Neben der Entfernung R_i kann man die einzelnen Echos durch weitere Kenngrößen wie Amplitude A_i und die Echoweite EW_i charakterisieren (vgl. Echo 4) [Quelle: DGPF Tagungsband 16 / 2007]

- Auf dem Markt gibt es Scannermodelle (z.B. Riegl VQ 780i), welche die Intensität aufgrund des Auftreffwinkels korrigieren. Das Ergebnis ist die Reflexion. Die Kenngröße Reflexion ist optional.

Bei Verwendung der LAS-Version 1.4 sind je nach aufgezeichneten Messwerten das PDRF 6 bis 8 zugelassen.

PDRF 6 ohne Bildaufzeichnung

PDRF 7 mit Bildaufzeichnung RGB

PDRF 8 mit Bildaufzeichnung RGBI

Die LIDAR Point Classes sind wie folgt zu belegen:

- Classification Value (Klasse) Beschreibung, (Klassifizierung gemäß aktueller Codeliste des Produkt- und Qualitätsstandards für 3D-Messdaten)

"1" Unklassifizierte Punkte (Vögel, Kfz etc.) – weder DGM- noch DOM-relevant

"2" Geländepunkte, allgemein – DGM-relevante Punkte

"5" Vegetationspunkte, hohe Vegetation

"6" Gebäudepunkte

"9" Gewässerpunkte

"14" Leitungsdrahtpunkte

"17" Brückenpunkte

"18" Hochpunkte, Rauschen

"20" Nicht-Geländepunkte, allgemein - DOM-relevante Punkte

"24" Kellerpunkte

"27" Bauwerkspunkte, allgemein

"29" Synthetische Punkte, allgemein

Hinweis: Sämtliche Echos neben First- und Last-Return sind aufzuzeichnen, inkl. Reflexionsintensitätswerte

	5	DGM, 1m-Raster, GeoTIFF
	6	DOM, 1m-Raster, GeoTIFF
	7	Graustufen-Schummerung DGM, 1m Pixel, tif und tfw
	8	Intensitätsbilder, <i>0,5m Pixel, tif und tfw</i>
	9	Metadaten
	10	Sofern das Projektgebiet in Teilprojektgebiete unterteilt wurde oder im Rahmen der Bearbeitung unterteilt wird, sind immer teilprojektgebietsübergreifend, für alle angeforderten Bezugs- und Projektionssysteme, vollständig gefüllte Kacheln zu liefern, so dass redundante Kacheln vermieden werden.
	11	Alle digitalen Laserdaten sind mit Rechtswert, Hochwert, Höhe, Intensitätswert und Zeitstempel zu bestimmen (<i>Softwareabhängigen im bin-Format der Terrasolid Applikation Terrascan</i>).
	12	Die Daten in den Streifenüberlappungen sind nach Streifenanpassung zu kürzen, so dass ein optimierter Datensatz entsteht.
	13	Die Daten in den Streifenüberlappungen sind nach Streifenanpassung zu belassen, so dass in den Überlappungen ein dichter Datensatz entsteht.
Dokumentation	1	Erstellung und Abgabe eines ausführlichen Projektberichtes mit: <ul style="list-style-type: none"> - der ausführlichen Beschreibung der Prozesskette (<i>incl. Benennen der eingesetzten Softwarelösungen</i>). - Aussagen zur Laserscanaufnahme, inkl. evtl. Besonderheiten und Problemen (<i>Datum, Zeit, Wetter, durchschnittliche Flughöhe, Fluggeschwindigkeit, GNSS, INS, Scanner, Scanfrequenz, Scanwinkel, Streifen- und Überlappungsbreite</i>). - Aussagen zur Laserscanauswertung, inkl. evtl. Besonderheiten und Problemen (<i>Programme</i>). - Aussagen zur erreichten Messpunktdichte (<i>empfohlen wird eine flächenhafte Ausweisung</i>). - Aussagen zur Genauigkeit zwischen den Flugstreifen, wobei die Differenzen an diesen abzubilden sind. - dem Nachweis der durchgeführten Kontrollen an Referenzobjekten (<i>mit statistischer Auswertung</i>). - aktuellem Kalibrierungszertifikat des ALS-Systems. - aktuellem Kalibrierungszertifikat des Herstellers des INS. - einer Erklärung, dass die unter dem Punkt „Datenerfassung und Spezifikationen“ angegebenen Vorgaben eingehalten wurden.
	2	Erstellung und Abgabe einer aussagekräftigen Flugstreifenübersicht mit Zeitangabe (<i>Normal- und GNSS-Zeit</i>), Nummerierung und den Koordinaten des Flugweges als PDF und ESRI Shape File.Tag farblich differenziert.
	3	Alle Arbeitsschritte sind ausführlich und leicht nachvollziehbar zu dokumentieren. Die Dokumentation ist in schriftlicher und in digitaler Form zu liefern.
Qualitätskontrolle AN	1	Der AN liefert nur Daten: <ul style="list-style-type: none"> - die vor Abgabe auf offensichtliche Fehler überprüft wurden. - die für den genannten Zweck uneingeschränkt verwendbar sind.
	2	Ergibt sich während der Abnahmekontrollen des AG, dass derartige, offensichtliche Fehler bereits bei Abgabe vorgelegen haben, hat der AG das Recht, Ersatz für die entstandenen Aufwendungen zu verlangen.
Qualitätskontrolle AG	1	auf Vollständigkeit und Lesbarkeit der Summe der Lieferergebnisse.
	2	auf vollständige Erfassung des Fluggebietes.

	3	auf die Einhaltung der geforderten Punktdichte (<i>empfohlen wird eine flächenhafte Prüfung bzw. Ausweisung der Punktdichte</i>).
	4	auf mögliche Streifenspannungen zwischen den Überlappungszonen der Flugstreifen.
	5	auf Lage- und Höhengenaugigkeit der Messwerte im Vergleich zu den bereitgestellten Referenzdaten und weiteren unabhängigen Kontrolldaten (<i>siehe aktuellen AdV-PQS für 3D-Messdaten</i>).
	6	auf die Qualität der Klassifizierung.
	7	auf die Kontrolle der Projektdokumentation (<i>siehe Lieferung Dokumentation</i>)
	8	Die vorläufige Prüfung und Abnahme der Teil-/Endlieferung erfolgt innerhalb von 8 Wochen nach Eingang der Lieferung. Die vorläufige Abnahme bestätigt keine Mängelfreiheit. Bei geringeren Mängeln kann eine Nachbesserung innerhalb von 5 Wochen gefordert werden. Werden gravierende Mängel festgestellt, kann die Leistung abgelehnt werden. Ein Anspruch auf eine Zahlungsleistung des AG besteht in diesem Fall nicht.
Datensicherung, Aufbewahrungsfrist	1	Der AN verpflichtet sich, eine Sicherung der gelieferten originären und der aufbereiteten Daten für die Dauer von mindestens 2 Jahren nach Abnahme der Leistung aufzubewahren. Nach Ablauf dieser Frist hat der AN die von ihm vorgehaltenen Daten und Ergebnisse der Leistungen zu vernichten.
	2	Auf Verlangen des AG werden bei Datenverlusten die Daten ganz oder auch in Teilen durch den AN wieder bereitgestellt.
Abkürzungsverzeichnis		
AdV		Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AG		Auftraggeber
ALS		Airborne Laserscanning
AN		Auftragnehmer
ASCII		American Standard Code for Information Interchange
ATKIS		Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
DGM		Digitales Geländemodell
DOM		Digitales Oberflächenmodell
DOP		Digitales Orthophoto
GNSS		Globale Navigation Satellite System
INS		Inertiales Navigationssystem
LAS		Freies Datenformat für den Austausch 3-dimensionaler LIDAR-Punktwolken
RINEX		Receiver Independent Exchange Format
SAPOS		Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
USB		Universal Serial Bus
UTM		Universal Transverse Mercator
VOL		Vergabeordnung der Länder