



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

## **Produkt- und Qualitätsstandard für 3D-Messdaten**

**Version 1.2**

Status:

- 35. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2022/08
- 34. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2021/02
- 33. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2020/05

---

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

**Bearbeitungsstand: 10.01.2022**

# Inhalt

1	Vorbemerkung.....	3
2	Definition .....	3
3	Spezifikation.....	3
3.1	Produkte.....	3
3.2	Verwendete Normen .....	3
3.3	Datenqualität, Anforderungen an das Produkt .....	4
3.4	Georeferenzierung .....	4
3.5	Dateimerkmale .....	5
4	Kachelinformationen .....	6
4.1	Inhalt der Kachelinformationen.....	7
4.2	Kachelinformationsdatei.....	7
4.3	Datenstruktur Datenabgabe .....	8
5	Datenqualität, Sicherungsmaßnahmen durch die Bundesländer .....	8
5.1	Prüfungen der Genauigkeit .....	9
6	Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV.....	9

- Anlage 1: Kachelinformationsdatei
- Anlage 2: Beispiel Dateistruktur
- Anlage 3: Qualitätssicherung ALS
- Anlage 4: Codeliste für 3D-Messdaten
- Anlage 5: Codeliste der Erfassungs- und Fortführungsmethoden

---

## 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 worden. Es wurde vom Arbeitskreis Geotopographie mit Beschluss 25/13 eingeführt und zuletzt mit Beschluss GT 2019/11 fortgeführt. Seit der Version 2.0 ist das dadurch aufgehobene Dokument „Leitfaden Qualitätsstandard Airborne Laserscanning“ integriert. Das Dokument wurde unter der Dokumentennummer 1052R4 geführt. Da das vorliegende Dokument nur noch die Daten aus Airborne Laserscanning (ALS) und 3D-Strukturinformationen enthält und die Daten aus der Bildkorrelation bzw. Dense Image Matching (DIM) im Dokument „Produktstandard bDOM“ beschrieben werden, wurde das Dokument 1052 nicht fortgeführt, sondern unter der neuen Dokumentennummer [1593] eingeführt. Es wurde vom Arbeitskreis Geotopographie mit Beschluss GT2022/08 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.

Stand: 10.01.2022  
Version 1.2

## 1 Vorbemerkung

Der vorliegende Standard beschreibt die 3D-Messdaten des amtlichen deutschen Vermessungswesens. Die 3D-Messdaten sind nicht verbindlich von den Ländern bereitzustellen.

## 2 Definition

3D-Messdaten sind originäre unregelmäßig verteilte Messpunkte und/oder linien- oder flächenhafte Strukturen der topographischen Situation. Die topographische Situation umfasst die Erdoberfläche und/oder sowohl dauerhaft mit dieser verbundene als auch temporär zum Erfassungszeitpunkt auf dieser befindliche Objekte.

Dauerhaft mit der Erdoberfläche verbundene Objekte sind Gebäude, Bauwerke und Vegetation. Unter Bauwerken sind auch Masten und Hochspannungsleitungen zu verstehen. Temporär auf der Erdoberfläche befindliche Objekte können beispielsweise Autos oder Holzstapel sein. Bedingt durch unterschiedliche Erfassungszeitpunkte können z. B. bei Vegetations- und Wasserflächen Höhengsprünge auftreten.

3D-Messdaten können spezifische, von der Messmethode abhängige und allgemeine Attribute enthalten. Wenn 3D-Messdaten durch (Airborne) Laserscanning gewonnen wurden, kann der Intensitätswert (Amplitude bzw. Reflexion) ein spezifisches Attribut sein.

3D-Messdaten können allgemein die Klassifizierung in Boden- oder Nicht-Bodenpunkte als Attribut tragen. Je nach verwendetem Klassifizierungsverfahren können Nicht-Bodenpunkte detaillierter nach der Zugehörigkeit zu Gebäuden und Bauwerken oder in mehrere Vegetationsstufen unterschieden werden. Bäume, Masten, Hochspannungsleitungen sowie Kraftfahrzeuge sind ggf. Bestandteil der Nicht-Bodenpunkte.

Die Klasseneinteilung ist der Codeliste für 3D-Messdaten und bDOM (Anlage 4) zu entnehmen.

Linienhafte und flächenhafte Strukturen können zum Beispiel Kantenlinien und Böschungflächen sein.

## 3 Spezifikation

### 3.1 Produkte

ALS-Daten – Punktwolke aus Airborne Laserscanning

3D-Strukturinformationen – Bruchkanten und markante Geländepunkte (optional)

### 3.2 Verwendete Normen

*Bei der Erarbeitung des Dokuments wurden folgende Normen des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) zum Teil berücksichtigt.*

DIN 18740-6<sup>1</sup>: Photogrammetrische Produkte – Teil 6:  
Anforderungen an digitale Höhenmodelle

DIN ISO 2859-1<sup>2</sup>: Annahemestichprobenprüfung – Teil 1:  
nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage geordnete Stichprobenpläne

---

<sup>1</sup> DIN 18740-3:2014-12

<sup>2</sup> DIN ISO 2859-1:2004-01

### 3.3 Datenqualität, Anforderungen an das Produkt

#### 3.3.1 Genauigkeit

Auflösung für Punktwolken: Die Auflösung gibt die durchschnittliche Anzahl von Messpunkten bezogen auf einen Quadratmeter an.

Genauigkeit der Messpunkte: Die Genauigkeit<sup>3</sup> hängt von den Eigenschaften der Erfassungsmethode, dem Verfahren zur Bestimmung der Position, dem Erfassungszeitpunkt (im Hinblick auf den Zustand der Vegetation) und der Gelände- bzw. Objektneigung ab. Beim Bewuchs können abhängig vom Erfassungszeitpunkt und der Art des Bewuchses auch größere Abweichungen auftreten.

Genauigkeiten ALS:

Lagegenauigkeit der 3D-Messdaten (Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% ( $2\sigma$ )): +/- 30 cm

Höhengenauigkeit der 3D-Messdaten (Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% ( $2\sigma$ )): +/- 15 cm

Für das DGM1 wird eine Mindestpunktdichte von 4 Punkten/m<sup>2</sup> vorausgesetzt.  
Weitere Anforderungen siehe Anlage 3 Ziffer 2.2

#### 3.3.2 Aktualität, Erfassungszyklus

Für die 3D-Messdaten sind keine Aktualitätszyklen definiert.

### 3.4 Georeferenzierung

#### 3.4.1 Koordinatenreferenzsystem Lage

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

#### 3.4.2 Koordinatenreferenzsystem Höhe

	Standardsystem
	DHHN2016
Kurzbezeichnung EPSG-Code (Integer)	7837
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_DHHN2016_NH

<sup>3</sup> Die Angaben zur geometrischen Genauigkeit beziehen sich auf eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% ( $2\sigma$ ), d.h. mindestens 95 % der Punkte liegen innerhalb der angegebenen Genauigkeit.

### 3.4.3 Höhenanomalie (Quasigeoidhöhe)<sup>4</sup>

	Standardgeoid
	GCG2016
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_AdV_GCG2016_QGH

## 3.5 Dateimerkmale

### 3.5.1 Datenformat

Die Daten können in folgenden Formaten vorliegen:

Unregelmäßig verteilte Messpunkte (ohne weitere Attribute):

- LAS/LAZ
- XYZ-Textdatei (ASCII-Zeichensatz)
- NAS

Unregelmäßig verteilte Messpunkte (mit weiteren Attributen):

- LAS/LAZ [Standard]
- Shape
- DXF
- NAS

Linien- oder flächenhafte Strukturelemente:

- Shape
- DXF
- NAS

Die ALS-Daten sind im Format LAS 1.2ff zu speichern.

Das Point Data Record Format 1 ist zu verwenden und komplett anzugeben. Bei Speicherung von zusätzlichen radiometrischen Informationen ist in LAS 1.2 das PDRF3 und in LAS 1.4 das PDRF7 zu nutzen.

<i>Item</i>	<i>Format</i>	<i>Size</i>
X	long	4 bytes
Y	long	4 bytes
Z	long	4 bytes
Intensity ( <b>Amplitude</b> ) <sup>5</sup>	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

<sup>4</sup> Dieser Absatz ist nur aufzuführen, wenn eine Höhenanomalie vorliegt.

<sup>5</sup> Bei gleichzeitiger Speicherung von Amplitude und Reflexion sind ab LAS 1.2 die Extrabytes zu nutzen. Alternativ zur Pulse width (Echoweite) kann die Pulse shape deviation als Extrabytes gespeichert werden.

Classification	unsigned char	1 byte
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	1 byte
User Data	unsigned char	1 byte
Point Source ID	unsigned short	2 bytes
GPS Time	double	8 bytes
Red [optional]	unsigned short	2 bytes
Green [optional]	unsigned short	2 bytes
Blue [optional]	unsigned short	2 bytes
extrabytes ( <b>Reflectance</b> ) [optional]	short, signed (bits 1-3)	2 bytes
extrabytes ( <b>Pulse shape deviation</b> ) [optional]	unsigned short (bits 0-2)	2 bytes
extrabytes ( <b>Pulse width</b> ) [optional]	unsigned short (bits 1-3)	2 bytes

Bei Verwendung der Extrabytes sollte ein Variable Length Record (VLRs) Eintrag zur Beschreibung nach der LAS 1.4 Spezifikation erfolgen.

### 3.5.2 Kachelgröße

Die 3D-Messdaten werden in Kacheln bereitgestellt. Den Ursprung der Kachel stellt die linke untere Ecke dar. Die Kachelbegrenzungen sind stets auf ganzzahlige Kilometerwerte im jeweiligen Bezugssystem auszurichten.

Punkte an Kachelgrenzen dürfen nicht in der benachbarten Kachel nochmals gespeichert werden. Zu einer Kachel gehören der West- und der Südrand. Der Nord- und der Ostrand gehören nicht zur Kachel.

Linien- und flächenhafte Strukturen werden der Kachel zugeordnet, wo der Linienmittelpunkt oder der Flächenschwerpunkt liegt. Die Strukturen sind an den Kachelrändern nicht zu teilen.

Die 3D-Messdaten werden i.d.R. in Kacheln von 1 x 1 km<sup>2</sup> bereitgestellt.

### 3.5.3 Kachelname

Die Kacheln erhalten Namen, die jeweils von dem Kachelgebiet (Koordinaten der linken, unteren Ecke (LU)), der UTM-Zone, der Kachelgröße (Kantenlänge) und dem Bundeslandkürzel und dem Fortführungsjahr abgeleitet werden (Koordinatenwerte in km). Es werden ausschließlich Kleinbuchstaben verwendet:

3dm\_<utm-zone>\_<east>\_<north>\_<kantenlaenge>\_<land>\_<jahr>

UTM-Zone: 32 oder 33

East: 3-stelliger Rechtswert der linken unteren Ecke in Kilometer

North: 4-stelliger Hochwert der linken unteren Ecke in Kilometer

Kantenlänge: Kantenlänge in km, 1

Land: Länderkürzel

Beispiele für Kachelnamen:

3dm\_32\_500\_5700\_1\_he\_2020.laz      3D-Messdaten, UTM-Zone 32, 1 km x 1 km, Rechts- und Hochwert, Hessen, Fortführungsjahr 2020, LAZ Format

## 4 Kachelinformationen

Die beschreibenden Metadaten für den gesamten Datensatz (oder eine Serie) werden allgemein im Metainformationssystem der AdV durch die Landesvermessungseinrichtungen gepflegt. Darüber hinaus werden mit jeder Datenlieferung begleitende Kachelinformationen gesendet, die wesentliche Angaben zur Aktualität und zum Inhalt der gelieferten Daten beinhalten.

Inhalt und Struktur der nachfolgend beschriebenen Kachelinformationen stimmen weitgehend mit denen der ATKIS-Komponenten überein.

## 4.1 Inhalt der Kachelinformationen

### 4.1.1 Angaben für den gesamten Datensatz

Land	vollständiger Name des Bundeslandes
Eigentümer	vollständiger Name des Eigentümers (freie Textzeile), Bsp.: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG)
Aktualitaet_Kachelinformationen	Datum der Generierung der Kachelinformationen (JJJJ-MM-TT)
Version_Standard	Versionsnummer des zugrunde liegenden Standards

### 4.1.2 Angaben je Kachel

Kachelname	Name der Kachel (vgl. Punkt 3.5.3)
Aktualitaet	Zeitpunkt der Erfassung im Format JJJJ-MM
Erfassungsmethode	Messverfahren, mit dem die 3D-Messdaten erfasst wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in Anlage 5 definiert.
Fortfuehrung	letzter Fortführungszeitpunkt im Format JJJJ-MM (wenn keine Fortführung → = Aktualitaet)
Fortfuehrungsmethode	Messverfahren, mit dem die 3D-Messdaten fortgeführt wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in Anlage 5 definiert. (wenn keine Fortführung → = Erfassungsmethode)
Aufloesung	numerischer Wert der Auflösung in der Einheit Punkte pro Quadratmeter
Koordinatenreferenzsystem_Lage	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok
Koordinatenreferenzsystem_Hoehe	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok
Hoehenanomalie	Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok

Setzt sich eine Kachel aus mehreren Bearbeitungen zusammen, werden die Spezifikationen der Bearbeitung mit dem größten Flächenanteil für die ganze Kachel in den Kachelinformationen ausgewiesen. Eine Kachel gilt als fortgeführt, wenn sie auf Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität geprüft und ggf. korrigiert wurde.

## 4.2 Kachelinformationsdatei

### 4.2.1 Dateiformat

Die Informationen aller Kacheln werden in einer CSV-Datei zusammengeführt, die aus jeweils einer Zeile pro Kachel besteht, in der das Semikolon als Trennzeichen dient.

### 4.2.2 Dateiname

Die Datei erhält die Bezeichnung:

3dm\_<Land>\_<Datum\_Kachelinformationen>.csv

Land: Länderkürzel

Datum\_Kachelinformationen: Datum der Erzeugung der Informationsdatei JJJJ-MM-TT

Beispiel für Dateiname: 3dm\_he\_2021-02-25.csv

#### 4.2.3 Dateiinhalt

Die Grundstruktur der CSV-Datei lautet:

Satz 1: **Kachelinformationen des 3dm für die Datenabgabe**

Satz 2: **Land**;Name\_des\_Landes\_in\_Langform

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

Satz 4: **Aktualitaet\_Kachelinformationen**;JJJJ-MM-TT (Datum der Generierung der Kachelinformationen)

Satz 5: **Version\_Standard**;N.M

Satz 6: **Punktklassenbelegung**;Verwendete Punktklassen

Satz 7: **Kachelname**;**Aktualitaet**;**Erfassungsmethode**;**Fortfuehrung**;**Fortfuehrungsmethode**;**Genauigkeit**;**Koordinatenreferenzsystem\_Lage**;**Koordinatenreferenzsystem\_Hoehe**;**Hoehenanomalie**

Satz 8: Angaben je Kachel aus 4.1.2 getrennt mit Semikolon

Alle fettgedruckten Angaben sind vorgegebene Belegungen. Alle anderen Angaben sind Platzhalter für die eigentlichen Dateninhalte, die innerhalb der Zeilen durch Semikola voneinander getrennt sind.

Ein Kachelinformationsbeispiel kann der Anlage 1 entnommen werden.

### 4.3 Datenstruktur, Datenabgabe

Alle Daten einer Datenabgabe befinden sich in dem Produkt-Verzeichnis

3dm\_<Land>\_< Datum\_Kachelinformationen >

Für alle Verzeichnisnamen werden ausschließlich Kleinbuchstaben verwendet.

Um eine zu große Anzahl von Dateien innerhalb eines einzelnen Verzeichnisses zu vermeiden, werden alle Kacheln mit gleichem Rechtswert **spaltenweise**<sup>5</sup> in Verzeichnissen zusammengefasst.

s<UTM\_Zone>\_<Rechtswert<sup>6</sup>>

Eine Beispielstruktur kann der Anlage 2 entnommen werden.

## 5 Datenqualität, Sicherungsmaßnahmen durch die Bundesländer

Im Sinne des allgemeinen Qualitätsanspruchs der AdV ist zur Sicherung der Qualität Vorsorge zu treffen. Um unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten entsprechende anforderungsgerechte Ergebnisse zu gewährleisten, bedarf es reproduzierbarer, angepasster und einzuhaltender Qualitätsstandards.

Relevante Dokumente sind:

Qualitätssicherung ALS (Anlage 3)

<sup>5</sup> hierfür und um den Verzeichnisnamen mit einem Buchstaben zu beginnen steht das „s“

<sup>6</sup> in km ohne Zonenkennung

## 5.1 Prüfungen der Genauigkeit

5.1.1 *Prüfungen der Lagegenauigkeit*

5.1.2 *Prüfungen der Höhengenaugigkeit*

Für 3D-Messdaten aus ALS siehe jeweils Qualitätssicherung ALS (Anlage 3).

## 6 Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV

Keine Datenabgabe an Zentrale Stellen.

## Kachelinformationsdatei

3dm\_he\_2021-02-25.csv

Kachelinformationen der 3dm für die Datenabgabe

Land;Hessen

Eigentuermer;Land HE, Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden, Fernerkundung 3D-Geo

Aktualität\_Kachelinformationen;2020-12-16

Version\_Standard;1.2

Punktklassenbelegung;1,2,20

Kachelname;Aktualitaet;Erfassungsmethode;Fortfuehrung;Fortfuehrungsmethode;Aufloesung;Koordinatenreferenzsytem\_Lage;Koordinatenreferenzsystem\_Hoehe;Hoehenanomalie

3dm\_32\_500\_5700\_1\_he\_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.25;ETRS89\_UTM32;DE\_DHHN2016\_NH;DE\_AdV\_GCG2016\_QGH

3dm\_32\_500\_5701\_1\_he\_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.25;ETRS89\_UTM32;DE\_DHHN2016\_NH;DE\_AdV\_GCG2016\_QGH

3dm\_32\_500\_5702\_1\_he\_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.25;ETRS89\_UTM32;DE\_DHHN2016\_NH;DE\_AdV\_GCG2016\_QGH

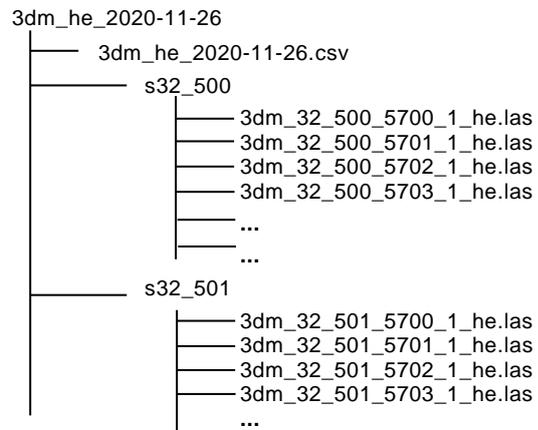
3dm\_32\_500\_5703\_1\_he\_2020;2020-11;5020;2020-11;5020;0.25;ETRS89\_UTM32;DE\_DHHN2016\_NH;DE\_AdV\_GCG2016\_QGH

...

### Dateistruktur

### 3dm

Beispiel:



## Qualitätssicherung ALS

### 1. Veranlassung

Bei den amtlichen Vermessungsverwaltungen wird zur großräumigen Geländedatenerfassung überwiegend das Airborne Laserscanning (ALS) eingesetzt. Hierdurch wird der primäre Höhendatenbestand kontinuierlich erneuert und verbessert. Die Daten sollen für die Ableitung von Produkten nach den AdV-Standards DGM1, DGM5, DGM10 und eines DOM1 beziehungsweise nach dem Standard der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Bereitstellung hochauflösender digitaler Geländemodelle von Wasserläufen (DGM-W) dienen.

Die dazu aufgezeichneten und gespeicherten Messpunkte als Punktwolke sind dann in nachfolgenden Arbeitsprozessen zu „veredeln“. Zu diesen Veredelungsprozessen gehören u. a. die eindeutige Georeferenzierung, die Filterungen und Klassifizierungen zur Zuordnung der ALS-Messpunkte zu Punktgruppen wie z. B. Boden-, Bauwerksoberflächen-, Wasseroberflächen sowie Vegetationspunkte.

Um unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten entsprechende anforderungsgerechte Ergebnisse zu bekommen, bedarf es angepasster und einzuhaltender Qualitätsstandards. Diese Qualitätsstandards werden im Folgenden beschrieben und sind grundsätzlich von der/den mit der Ausführung beauftragten Firma/en einzuhalten beziehungsweise zu realisieren. Der Ausgangspunkt ist dabei immer das jeweilige nutzerorientierte Endprodukt, hier i. d. R. die klassifizierte Punktwolke. Alle Maßnahmen müssen umfassend, eindeutig, lückenlos und durchgängig dokumentiert werden.

Die Einhaltung und die vorzulegenden Nachweise der im Folgenden aufgeführten Qualitätsstandards werden von dem Auftraggeber (AG) im Kontext der Leistungsabnahme überprüft. Sofern begründete Beanstandungen auftreten, hat durch den Auftragnehmer (AN) nach Aufforderung durch den AG eine kostenfreie Korrektur zu erfolgen. Ein Ziel der Einhaltung dieser Qualitätsstandards ist auch die Vermeidung von Mehraufwand bei AG und AN, insbesondere durch zu wiederholende AN-Ausführungsarbeiten und AG-Abnahmearbeiten.

Mit der abschließenden Lieferung hat der AN eine zusammenfassende Übersicht der durchgeführten QS-Maßnahmen, insbesondere im Hinblick auf die weiterverarbeitende Nutzung der Daten, zu liefern.

### 2. Übergeordnete Leistungsmerkmale

Im Zusammenhang mit ALS-Befliegungen sind die im Folgenden beschriebenen standardisierten Leistungen zu erbringen. Weitere Präzisierungen der zu erbringenden Leistungen sind der jeweiligen auftragsbezogenen Leistungsbeschreibung zu entnehmen und vorrangig zu erbringen.

#### 2.1 Rahmenanforderungen

##### 2.1.1 Bearbeitungsablaufplanung

Frühzeitig vor dem Ausführungszeitraum ist dem AG vom AN ein erster Vorschlag für die Bearbeitungsablaufplanung vorzulegen. Dabei ist zu berücksichtigen:

- der Bearbeitungsablaufplan muss mindestens enthalten:

- Zeitplan mit Angabe von Beginn und Ende der Befliegung (Pseudo-Termine) unter Berücksichtigung des Aufwandes für die Datenprüfung während beziehungsweise nach der Befliegung und eventuell notwendiger Nachbefliegungen (gem. Abschn. 3),
  - Zeitplan für die ALS-Datenprozessierung nach der Befliegung (gem. Abschn. 4),
- alle zur Befliegungsdurchführung notwendigen Genehmigungen und Freigaben sind vom AN frühzeitig so zu beschaffen, dass der abgestimmte Bearbeitungsablaufplan eingehalten werden kann.

Der Bearbeitungsablaufplan ist seitens des AN in Abstimmung mit dem AG grundsätzlich entsprechend dem Bearbeitungsfortschritt, mindestens monatlich fortzuführen. Alle weiteren notwendigerweise abzustimmenden Details sind frühzeitig festzulegen.

## 2.1.2 AN-Qualitätssicherung

Frühzeitig vor dem Ausführungszeitraum ist dem AG vom AN ein durchgängiges AN-QS-Konzept zu unterbreiten und abzustimmen. Die dort dargelegten QS-Maßnahmen sind vom AN einzuhalten. Das QS-Konzept des AN muss mindestens beinhalten:

- technische Umsetzung der ALS-Datenerfassung und -Datenprozessierung
- Sicherstellung von Konstanz und Einheitlichkeit im Arbeitsprozess
- durchgängige Kontrollen unter Berücksichtigung des Vier-Augen-Prinzips
- Erbringung aller geforderten Nachweise

## 2.1.3 Datensicherung

Frühzeitig vor dem Ausführungszeitraum ist dem AG vom AN ein Datensicherungsplan vorzulegen und abzustimmen. Der Datensicherungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Inhalte und Umfänge der Datensicherungen
- jeweilige Sicherungsdatenformate
- jeweiliges Sicherungsmedium
- Häufigkeit der Datensicherungen

Die Datensicherungen sind in geeigneter Form nachzuweisen. Nach Abnahme aller zu liefernden Ergebnisse sind alle beim AN gesicherten Daten für einen Zeitraum von drei Jahren gesichert vorzuhalten. Alle weiteren notwendigerweise abzustimmenden Details sind frühzeitig festzulegen.

## 2.2 Fachanforderungen

### 2.2.1 ALS-Messpunktspezifikationen

<b>Punktdichte [Punkte/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Maximaler Punktabstand<sup>7</sup> [cm, längs und quer zur Flugstreifenanordnung]</b>	<b>Maximaler Spotdurchmes- ser des Laserstrahls [cm]</b>
1	200	50
2	90	40
3	75	35

<sup>7</sup> Die Angabe des maximalen Punktabstandes bezieht sich auf eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95%.

4	60	30
8	50	25
12	40	20

Für das DGM1 wird eine Mindestpunktdichte von 4 Punkte/m<sup>2</sup> vorausgesetzt. Alle nachfolgenden Qualitätsprüfungen beziehen sich auf diese Punktdichte.

### 2.2.2 Genauigkeit der Flugstreifenanpassung

Maximale mittlere Abweichung als Relativwerte zwischen den Flugstreifen nach der Anpassung:

- Lage:  $\Delta_y = \Delta_x \leq \pm 10$  cm
- Höhe:  $\Delta_H \leq \pm 5$  cm

Maximale mittlere Restklaffungen als Absolutwerte zu den Referenz- und Passinformationen gemäß Abschnitten 3.2 und 4.1.4:

- Lage:  $U_y = U_x \leq \pm 30$  cm
- Höhe:  $U_H \leq \pm 15$  cm

### 2.2.3 ALS-Punktgenauigkeiten

Anzustrebende absolute erweiterte Objektpunktunsicherheit  $U_{95}$  ( $p=95\%$ )<sup>8</sup> für alle Punkte im Block:

- Lage:  $U_y = U_x \leq 30$  cm
- Höhe:  $U_H \leq 15$  cm

### 2.2.4 ALS-Punktklassifizierung

Die ALS-Daten sind getrennt nach Last-Return- und First-Return-Daten, jeweils mit den Only-Return-Daten (first return = last return), georeferenziert und plausibilisiert zu prozessieren. Sofern angefordert, gilt dies auch für Intermediate-Return-Daten.

Die Daten sind abschließend entsprechend den Vorgaben der Codeliste für 3D-Messdaten und bDOM (Anlage 4) zu klassifizieren.

### 2.2.5 Einzuhaltende Randbedingungen

Folgende Randbedingungen sind bei der ALS-Befliegung einzuhalten:

- Witterungsverhältnisse: trocken, Eis- und Schneefreiheit, nach erstem Bodenfrost
- Ausführungszeitraum: November – März
- Vegetation: soweit möglich unbelaubt und keine Bodenbedeckung
- maximale Wasserstände: gebietsabhängig
- maximale Windgeschwindigkeit: 5 Bft

<sup>8</sup> gem.: [ISO/BIPM](#)-Leitfaden „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)“, überarbeitete Fassung von 2008, Zürich

### **3. Planung und Durchführung der ALS-Befliegung**

#### **3.1 Flugplanung**

Frühzeitig vor dem Ausführungszeitraum sind folgende Unterlagen vom AN vorzulegen und durch den AG zu bestätigen:

- georeferenzierte Gesamtgebietsgrenzen (Polygone) der geplanten Befliegung
- wenn angefordert, Einteilung der Befliegungsteilgebiete (ortsbezogen und namentlich benannt) mit Abschätzung der benötigten Flugtage
- Festlegung des Scanneröffnungswinkels
- Festlegung der Flugstreifen einschließlich optionaler Querstreifen
- geplante Streifenüberdeckung (unter Berücksichtigung der zu liefernden Punktdichte) und sonstige Angaben und Parameter
- geplante GNSS- / SAPOS-Referenzstationen

#### **3.2 AN-Referenzflächen und Passinformationen**

Die notwendige Quantität und Qualität der Referenzflächen und Passinformationen sind zwischen AN und AG abzustimmen. Alle benutzten Referenzflächen und Passinformationen sind quantitativ und qualitativ nachzuweisen; des Weiteren siehe Abschnitt 4.1.4.

#### **3.3 Kalibrierung**

Eine Kalibrierung des eingesetzten ALS-Systems ist erforderlich und in geeigneter Form nachzuweisen.

##### *3.3.1 Kalibrierung des Scanners*

Mögliche Nachweise und Unterlagen zur Kalibrierung des eingesetzten Scanners sind z. B.:

- bauartbedingte Angaben zur Genauigkeit des verwendeten Systems
- aktuelle Kalibrierungszertifikate z. B. eine Wellenlängenkalibrierung,
- Kalibrierung bzw. Überprüfung und Nachweis der Kalibrierung mittels Referenzflächen (Soll-Ist-Datenvergleich)
- Kalibrierflüge zum Nachweis der Systemstabilität,
- sonstige Genauigkeitsanalysen zur relativen Genauigkeit,
- sonstige Genauigkeitsanalysen zur absoluten Genauigkeit.

##### *3.3.2 Kalibrierung des GNSS/INS-Systems*

Mögliche Nachweise sind:

- Kalibrierungszertifikate der eingesetzten GNSS/INS-Einheiten (ggf. Herstellerangaben).

### 3.4 Flugdurchführung

#### 3.4.1 AG-Freigabe

Die Befliegungsausführung bedarf aufgrund der einzuhaltenden Randbedingungen grundsätzlich der Freigabe durch den AG.

#### 3.4.2 Information über den Flug

Nach Durchführung eines Fluges ist der AG umgehend noch am gleichen Tag per E-Mail über die planmäßige Ausführung zu informieren. Hier sind der Flugtag, die realisierten Flugstreifen gemäß der Planung und die Größe des erfassten Gebiets zu nennen.

#### 3.4.3 Flugprotokoll

Es ist vom AN ein Flugprotokoll als Nachweis mit mindestens folgenden Befliegungsdaten zu führen und spätestens mit dem Technischen Teilbericht gem. Abschnitt 3.7 dem AG zu liefern:

- Datum, Uhrzeit (Mitteleuropäische Zeit)
- Flugzeugart / -typ, Scanner
- Gebietsangaben, bei Befliegungsabschnitten die Ortsangabe mit Datum und Uhrzeit, Flugstreifen-Nummer und -kurs, Streifenüberdeckung,
- Wetterverhältnisse (Bewölkung, Sicht, Wind,...)
- Angaben zu GNSS-Referenzstationen
- Sonstige Bemerkungen (z. B. Unterbrechung wegen Tanken, Nachflug, Kontrollflug, Querstreifen, aktuelle Wasserstände, o. ä.)

### 3.5 Vor-Georeferenzierung der Lasermesspunkte

Alle erfassten ALS-Messpunkte sind umgehend während oder kurz nach dem Flug zu georeferenzieren. In diesem Zusammenhang sind

- die erfassten Flächen nachzuweisen
- die lückenlose Gebietsabdeckung gem. Abschnitt 3.5.1 nachzuweisen
- die Messpunktdichte und der maximale Punktabstand zu kontrollieren und gem. Abschnitt 3.5.2 bzw. 3.5.3 nachzuweisen
- das Vorgehen im Technischen Teilbericht gem. Abschnitt 3.7 zu beschreiben

Die vorgenannten Nachweise sind spätestens 1 Woche nach dem jeweiligen Flug dem AG zu liefern.

#### 3.5.1 Nachweise der lückenlosen Gebietsabdeckung

Die lückenlose Gebietsabdeckung ist anhand von Schummerungsdarstellungen der ALS-Punkte (Last Return) (Schräglichtschummerung der georeferenzierten Rohdaten, Format: Geo-TIFF oder TIFF mit tfw-Datei, Farbtiefe = 8 bit, GSD = 1 m, projektoptimiert gekachelt, weißer Hintergrund, s. Abb. 3.5.1-1), nachzuweisen. Für die Ableitung der Schummerungsdarstellung ist ein Auffüllen von Datenlücken durch Interpolationsverfahren grundsätzlich auszuschließen.

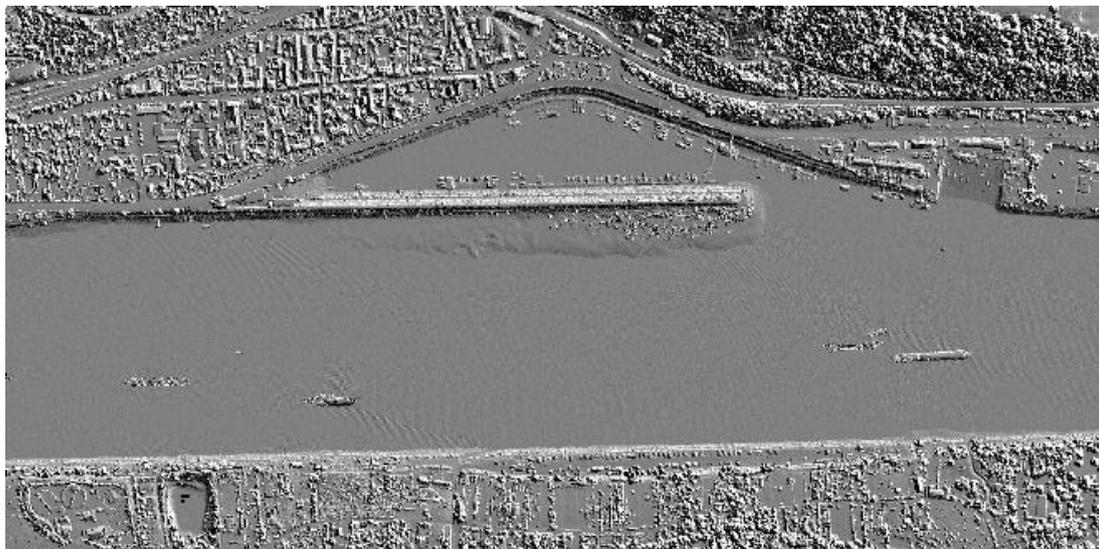


Abb. 4.5.1-1: Beispiel einer Schummerungsdarstellung zur Gebietsabdeckung

Anmerkung: Bei Zustimmung des AG kann dieser Nachweis auch auf der Basis der georeferenzierten und plausibilisierten Lasermesspunkte gem. Abschnitt 4.1 erfolgen. In diesem Fall sind aber auf jeden Fall vom AN entsprechende Prüfungen auszuführen, kleinmaßstäbige Punkteplots zu liefern und die lückenlose Gebietsabdeckung schriftlich zu bestätigen, so dass eindeutig über eventuell erforderliche Nachbefliegungen entschieden werden kann.

### 3.5.2 Nachweis der erreichten Messpunktdichte

Die Berechnung der Messpunktdichte ist auf alle originären ALS-Punkte (Last Return) und auf  $5\text{ m} \times 5\text{ m} = 25\text{ m}^2$ -Flächen (statistisches Maß) zu beziehen, d.h.

- jede  $25\text{ m}^2$ -Fläche erhält einen Wert für die berechnete Punktdichte pro  $\text{m}^2$ , wobei die berechnete Punktdichte mindestens der geforderten Punktdichte entsprechen muss und
- 80% der  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ -Kacheln jeder  $25\text{ m}^2$ -Fläche müssen der geforderten Punktdichte genügen.

Die Dichtewerte jeder  $25\text{ m}^2$ -Fläche sind für die Darstellung in der Punktdichtekarte (s. Abb. 4.5.2-1) zu verwenden. Dabei ist die Anzahl der tatsächlich erreichten Punkte pro  $\text{m}^2$  als farbige Darstellung zu visualisieren (farblich differenzierte Klassen mit Anzahl der Punkte/ $\text{m}^2$ ). Diese Punktdichtekarten mit 5 m-Bodenauflösung (Pixelgröße) sind flächendeckend zu liefern: Format GeoTiff oder TIFF mit tfw-Datei, 8 Bit, 256 Farben, Hintergrund weiß, max. 7 Klassen, individuell festgelegt in Abhängigkeit von der geforderten Punktdichte.

Weiterhin sind

- die Anzahl der tatsächlich erreichten Punkte pro  $\text{m}^2$  in Form einer Tabelle darzustellen (Histogramm, Anzahl von  $1\text{ m}^2$ -Flächen mit 0 Punkten, 1 Punkt, 2 Punkten, usw.)

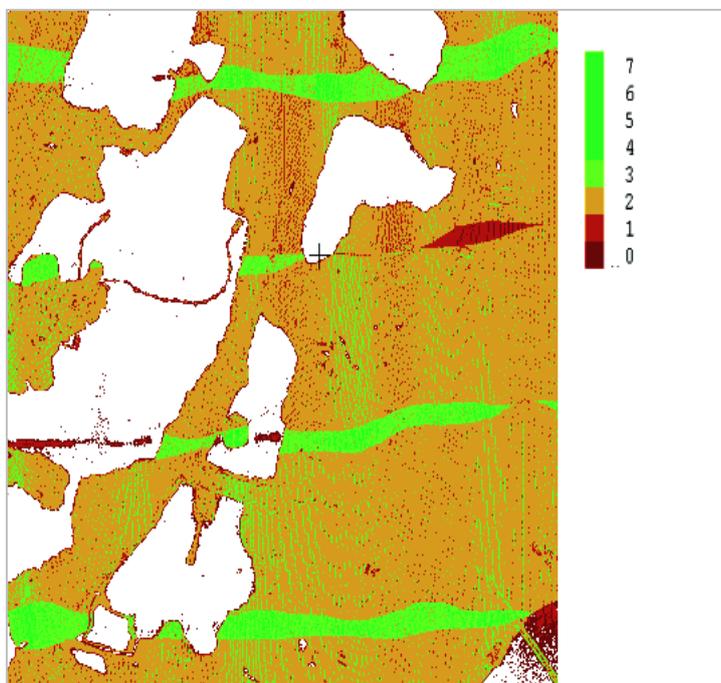


Abb. 4.5.2-1: Beispiel einer Punktdichtekarte

- die tatsächlich erreichte mittlere Punktzahl pro m<sup>2</sup> anzugeben
- die (einzelnen) Flächen ohne Messpunkte zu begründen
- Abweichungen der Ergebnisse von den Vorgaben aufzuführen und zu erklären.

Anmerkung: Bei Zustimmung des AG kann dieser Nachweis auch auf der Basis der georeferenzierten und plausibilisierten Lasermesspunkte gem. Abschnitt 4.1 erfolgen.

### 3.5.3 Nachweis der erreichten Messpunktabstände

Die geforderten Messpunktabstände sind einzuhalten. Die erreichten mittleren und extremen Messpunktabstände sind auf der Basis einer Dreiecksvermaschung der ALS-Messpunkte längs und quer zur Flugstreifenanordnung nachzuweisen. Der Nachweis ist weiterhin in tabellarischer Form in 10 cm-Klassen oder als entsprechendes Histogramm aufzubereiten. Die Ergebnisse sind im Technischen Teilbericht gem. Abschnitt 3.7 aufzuführen und zu erläutern.

Anmerkung: Bei Zustimmung des AG kann dieser Nachweis auch auf der Basis der georeferenzierten und plausibilisierten Lasermesspunkte gem. Abschnitt 4.1 erfolgen.

### 3.5.4 Behandlung von Datenlücken

Datenlücken durch Nichterfassung von ALS-Punkten dürfen innerhalb der vom AG vorgegebenen gesamten Bearbeitungsgebietsabgrenzung nicht auftreten. Sofern Datenlücken auftreten, sind diese vom AN zu dokumentieren, dem AG vorzulegen und es hat unmittelbar anschließend eine entsprechende Nachbefliegung zu erfolgen. Sofern der AN eine Nachbefliegung nicht für erforderlich hält, ist dies zu begründen und die Zustimmung des AG einzuholen.

## 3.6 Sonstige Nachweise

Die Erfüllung der im Folgenden aufgeführten weiteren Realisierungen ist nachzuweisen.

### 3.6.1 Verwendung der GNSS-Referenzstationen

- eigene Referenzstationen (Einmessung, etc.),
- externe Referenzstationen (Mindestanzahl, Nachweise, Protokolle, ...),
- Angaben zur aufgezeichneten Datenrate (z. B. 1 Hz).

### 3.6.2 Einhaltung der Randbedingungen

Gem. Abschnitt 2.2.6.

## 3.7 Technischer Teilbericht „ALS-Befliegung“

Die Beschreibung der Bearbeitung und der Ergebnisse gem. Abschnitt 3, einschließlich der Nachweise aller vorgenannten QS-Maßnahmen, sind in einem technischen Teilbericht „ALS-Befliegung“ zu dokumentieren. Der Teilbericht ist auf der Basis eines vom AN erstellten Entwurfes vor der endgültigen Erstellung mit dem AG abzustimmen.

Der dem AG vorgelegte und nicht beanstandete Technische Teilbericht „ALS-Befliegung“ ist Voraussetzung für die Freigabe der weiteren Datenprozessierung.

## 4. ALS-Datenprozessierung

### 4.1 Georeferenzierung und Plausibilisierung der Lasermesspunkte

#### 4.1.1 Ausgangsdaten

Die komplette ALS-Punktewolke aller Flugstreifen ist zu verwenden. Die Berücksichtigung der ALS-Punkte in den Überlappungsbereichen ist zwischen AG und AN abzustimmen.

#### 4.1.2 AG-Kontrollmessungen

Vom AG werden stichprobenhafte Kontrollmessungen im Gelände durchgeführt. 5% der Abweichungen (SOLL – IST - Höhen) in den kontrollierten Punkten dürfen den vorgegebenen Grenzwert dHmax überschreiten:

- dHmax =  $\pm 15$  cm in flachem bis wenig geneigtem Gelände
- dHmax =  $\pm 30$  cm in stark geneigtem Gelände

#### 4.1.3 Flugstreifenanpassung

Die Flugstreifenanpassung unterschiedlicher Streifen ist relativ und absolut durchzuführen. Die Verfahren sind im Technischen Teilbericht gem. Abschn. 4.1.12 zu beschreiben. Des Weiteren sind dort die Ergebnisse der durchgeführten Streifenanpassung beizufügen, numerisch und grafisch aufbereitet darzustellen und zu begründen. Dazu gehören:

- die Standardabweichung der Gewichtseinheit, die erreichte mittlere Genauigkeit der nahezu identischen ALS-Punkte mit deren Anzahl, die tatsächlichen Differenzen (s. Abb. 5.1.3-1 und 5.1.3-2), Minimal- und Maximalwerte in Lage und Höhe

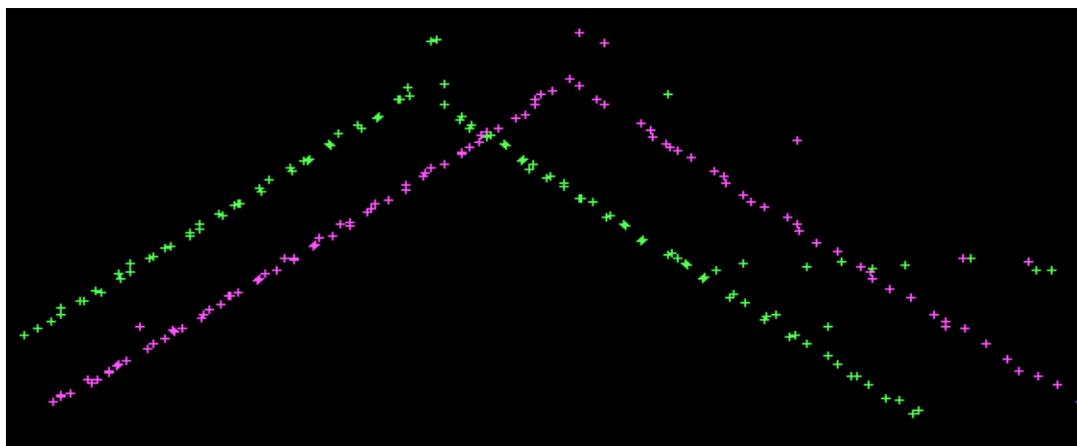


Abb. 5.1.3-1: Beispiel einer Darstellung relativer Abweichungen in einer Profilsansicht



Version 1.2  
10.01.2022

Abb. 5.1.3-2: Beispiel einer Darstellung aufbereiteter Streifenanpassungsergebnisse in der Draufsicht

- die in die Streifenanpassung einbezogenen Referenzflächen und Passinformationen mit den noch verbliebenen Differenzen in Lage und Höhe (Restklaffungen),
- die Restklaffungen in Lage und Höhe, sofern das Bearbeitungsgebiet in Teilbearbeitungsgebiete unterteilt wurde oder im Rahmen der Bearbeitung unterteilt wird und somit die Daten an den Grenzen homogen angepasst werden mussten.

#### *4.1.4 AN-Referenzflächen und Passinformationen*

Alle benutzten Referenzflächen und Passinformationen sind quantitativ und qualitativ in digitaler Form bildhaft und numerisch nachzuweisen. Als Referenzflächen sind Gruppen unterschiedlicher benachbarter Passflächen (horizontal und geneigt) auszuwählen. Die Eignung der Referenzflächen und Passinformationen ist wie folgt darzustellen:

- Lageverteilung im Befliegungsgebiet
- Beschreibung (z. B. geneigte Dachfläche, Sportplatz, Vegetationsausprägung)
- Art und Genauigkeit der Einmessung
- Flächengröße (z.B. alle 250 bis 350 km<sup>2</sup>, mit Kontrollflächen Verdopplung der Anzahl),
- Anzahl gemessener Punkte (z.B. 80 bis 100 Punkte je Fläche)
- eingesetztes Messverfahren mit Instrumentarium
- Zeitpunkt der Messung
- Bearbeiter

#### *4.1.5 Intensitätsbilder*

Georeferenzierte Intensitätsbilder dienen u. a. zur optischen Beurteilung der Lagegenauigkeit. Folgende Spezifikationen sind einzuhalten:

- GSD = 50 cm
- anzustrebende absolute erweiterte Objektpunktunsicherheit U95 (p= 95%):  
Lage:  $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$
- Farbtiefe = 8 Bit

#### *4.1.6 Datentransformation in die Zielsysteme*

Alle Transformationen zwischen den Lagesystemen haben, soweit nicht gesondert festgelegt, entsprechend der Bundeseinheitlichen Transformation für ATKIS (BeTA2007) zu erfolgen.

Dies ist durch mindestens sechs identische Punkte, die über das jeweilige Bearbeitungsgebiet verteilt sind, nachzuweisen (Angabe der Punktkoordinaten mit Lage und Höhe in allen Systemen).

Sollten Bearbeitungsgebiete über Deutschland hinausreichen, sind die zu verwendenden Lagereferenzsysteme gesondert zu vereinbaren.

#### *4.1.7 Übergang in das amtliche Gebrauchshöhensystem*

Der Übergang von den ellipsoidischen Höhen im ETRS89 in das amtliche Gebrauchshöhensystem DHHN2016 ist auf der Basis des aktuellen AdV-Quasigeoids zu realisieren.

Sollten Bearbeitungsgebiete über Deutschland hinausreichen, sind die zu verwendenden Höhenreferenzsysteme gesondert zu vereinbaren.

#### 4.1.8 Plausibilisierung der ALS-Daten

Die final georeferenzierten ALS-Daten (Punktwolke) sind vor der Klassifizierung derart zu plausibilisieren, dass offensichtliche Fehlmessungen, Punkte die im Bezug zum Bearbeitungsgebiet deutlich zu hoch oder zu tief liegen, aus den Daten eliminiert werden.

Die Höhenwerte dieser Filterung sind zwischen AG und AN abzustimmen.

#### 4.1.9 ALS-Daten außerhalb der Bearbeitungsgebietsabgrenzung

Bei der ALS-Befliegung werden im Normalfall auch Punkte außerhalb des vom AG vorgegebenen Bearbeitungsgebietes erfasst.

Es ist zwischen AG und AN abzustimmen, ob eine Aufspaltung der georeferenzierten Rohdaten in Punkte innerhalb und außerhalb der tatsächlichen Bearbeitungsgebietsabgrenzung notwendig ist.

#### 4.1.10 Lasermesspunkte an Teilprojektgebietsgrenzen

Sofern das Gesamtbearbeitungsgebiet in Teilbearbeitungsgebiete unterteilt wurde oder im Rahmen der Bearbeitung unterteilt wird, sind die Daten an den Grenzen zu homogenisieren, die Anpassung entsprechend den Genauigkeitsanforderungen auszuführen, quantitativ und qualitativ nachzuweisen sowie flugstreifenweise zu liefern.

#### 4.1.11 Nachweis der erreichten Lage- und Höhengenaugigkeit

Die absolut erreichten Genauigkeiten sind anhand von Soll-Ist-Vergleichen auf der Basis von eigenen AN-Kontrollflächen, -linien und -punkten, d. h. Informationen, die nicht mit in die Streifenanpassung einbezogen wurden, oder Straßenmarkierungen in Intensitätsbildern darzustellen,

- in Form von Bildern und Grafiken im Kontext
- mit konkreten Werten in tabellarischer Form für die Lage und Höhe

#### 4.1.12 Technischer Teilbericht „Georeferenzierung und Plausibilisierung der ALS-Daten“

Alle Ergebnisse gem. Abschnitt 4.1, einschließlich dem Nachweis aller vorgenannten QS-Maßnahmen, sind in einem Technischen Teilbericht „Georeferenzierung und Plausibilisierung der ALS-Daten“ zu dokumentieren. Der Teilbericht ist auf der Basis eines vom AN erstellten Entwurfes vor der endgültigen Erstellung mit dem AG abzustimmen.

Der dem AG vorgelegte und nicht beanstandete Technische Teilbericht „Georeferenzierung und Plausibilisierung der ALS-Daten“ ist eine Voraussetzung für die Freigabe der weiteren Datenprozessierung.

## 4.2 Klassifizierung der ALS-Daten

Bei der Klassifizierung sind die Punkte der Punktwolke nach unterschiedlichen oberflächenbezogenen Punktarten gem. Abschn. 2.2.4 in Datenklassen zu trennen.

#### 4.2.1 Abnahmekriterien des AG

Die Vorgehensweise und der Umfang der manuellen Bearbeitung sind zwischen AG und AN abzustimmen.

Die ALS-Daten müssen gemäß der Leistungsbeschreibung klassifiziert sein. Als Abnahmekriterien für die Klassifizierung gilt die Häufigkeit des Auftretens fehlerhaft klassifizierter ALS-Punkte. Ab einer Fehlerquote von mehr als 5 % klassifizierter ALS-Daten pro Punktklasse und Stichprobe, der Durchsicht einer 1x1 km<sup>2</sup>-Datenkachel oder sonstigen vereinbarten Abgabeeinheiten ist die Abnahme ausgeschlossen.

Die erfolgte Klassifizierung ist erfahrungsgemäß nicht fehlerfrei. Es existieren noch Restfehler, die nicht auszuschließen sind. Der AN soll anhand von Beispielen textlich und bildhaft darstellen, wie exakt seine automatisierte und seine manuelle Klassifizierung sind. Dabei sind zufällige und systematische Abweichungen auszuschließen.

#### 4.2.2 *Eingesetzte Verfahren bzw. Methoden*

Der AN hat das/die eingesetzte/n Verfahren zur Prozessierung im Kontext mit den Projektanforderungen zu beschreiben. Dabei sind grundsätzlich Aussagen zu nachfolgenden Punkten abzugeben:

- automatische Filterung der 3D-Daten durch Standardroutinen zur Entfernung von Fehlmessungen,
- automatische Filterung der 3D-Daten zur Extraktion von Wasseroberflächenpunkten (z.B. über Wasser-Land-Grenzen-Bestimmung)
- automatische Filterung der 3D-Daten zur Extraktion von Vegetationspunkten
- automatische Filterung der 3D-Daten zur Extraktion von sonstigen Oberflächenobjekten
- Verwendung existierender Bruchkanten (sofern vorhanden)
- Berücksichtigung vorhandener Orthophotos
- Umfang manueller Operationen, insbesondere die manuelle Beseitigung von verbliebenen Störstellen bzw. Fehlklassifizierungen durch visuellen Abgleich
- Verwendung der Reflexionsintensitäten der Lasermessungen zur Oberflächenklassifizierung (die Entfernungsabhängigkeit und das Reflexionsvermögen des vom Laserimpuls getroffenen Geländebereiches sind bei der Verarbeitung der Intensitäten zu berücksichtigen)

#### 4.2.3 *Technischer Teilbericht „Klassifizierung der ALS-Daten“*

Alle Ergebnisse gem. Abschnitt 4.2, einschließlich des Nachweises aller vorgenannten QS-Maßnahmen, sind in einem Technischen Teilbericht „Klassifizierung der ALS-Daten“ zu dokumentieren. Der Teilbericht ist auf der Basis eines vom AN erstellten Entwurfes vor der endgültigen Erstellung mit dem AG abzustimmen.

Der dem AG vorgelegte und nicht beanstandete Technische Teilbericht „Klassifizierung der ALS-Daten“ ist eine Voraussetzung für die Freigabe zur Datenlieferung.

### **4.3 Datenlieferung**

Der AN hat durch Vorlage von entsprechenden Prüfungsprotokollen nachzuweisen, dass

- alle Daten vollständig sind
- alle Dateinamen den vorgegebenen Nomenklaturen entsprechen
- alle Dateien inhaltlich korrekt sind und dem geforderten Datenformat entsprechen
- keine Dateien mehrfach, z. B. bedingt durch unterschiedliche Dateibezeichnungen, auftreten
- keine Datei auf dem Datenträger beschädigt oder nicht verwendbar ist

- eine vollständige Kontrolle auf Richtigkeit durchgeführt wurde
- die Zuverlässigkeit der vorgenannten Prüfungen gewährleistet war (schriftliche Bestätigung)

Bezüglich der Datenlieferung in Kacheln ist die lückenlose und redundanzfreie Übergabe zu gewährleisten. Punkte exakt auf dem Kachelrand gehören nur zur Kachel, wenn sie auf dem linken oder dem unteren Kachelrand liegen.

Der AN hat eine explizite Erklärung abzugeben, dass alle QS-Maßnahmen durchgeführt wurden und die gelieferten Daten dem aktuellen Datenbestand zu dem bestimmten aufgeführten Datum entsprechen.

## 5. Abschlussbericht

Der Abschlussbericht soll

- den finalen Bearbeitungsablaufplan
- das abgestimmte QS-Konzept des AN
- den abgestimmten Datensicherungsplan des AN
- die Aussagen der Technischen Teilberichte:
  - ALS-Befliegung
  - Georeferenzierung und Plausibilisierung der ALS-Daten
  - Klassifizierung der ALS-Dateninsbesondere mit den eingesetzten Techniken und Methodiken, den fachlichen Bearbeitungsergebnissen mit Genauigkeitsanalyse sowie den ausgeführten QS-Maßnahmen des AN

entsprechend den Anforderungen in der Leistungsbeschreibung im Kontext mit der QS-ALS zusammenfassend bewerten. Der Abschlussbericht ist auf der Basis eines vom AN erstellten Entwurfes vor der endgültigen Erstellung mit dem AG abzustimmen.

Der dem AG vorgelegte und nicht beanstandete Abschlussbericht ist eine Voraussetzung für die Gesamtabnahme.

## Codeliste für 3D-Messdaten

Stand 04.03.2021, Version 1.5

Die Codeliste wurde basierend auf den Festlegungen der ASPRS (LAS1.4\_R11) erstellt und lässt sich für Daten im Format LAS1.2ff umsetzen. Die Wertarten tragen grundsätzlich die Modellartenkennung DHM.

Erläuterungen zum Gebrauch der externen Codeliste:

Die Klassifizierung der 3D-Punkte ist so aufgebaut, dass von einer groben Klassifizierung in immer feinere Klassifizierungen kaskadiert werden kann.

Die Kaskadierung ist nicht zwingend anzuwenden. Die Klassifizierung kann für Punktwolken aus ALS oder DIM bzw. bDOM genutzt werden. Der Grunddatenbestand (G) unterscheidet sich anhand der Datengrundlage.

Bezeichnung	OK-DHM-Code (G) <sup>9</sup>	LAS Klasse (G ALS DIM/bDOM)	Modellartenkennung
-------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------

### AX\_Punktwolke3D 62010, Wertart:

#### Nicht klassifizierte Punkte

„Nicht klassifizierte Punkte“ sind erzeugte Punkte, die niemals klassifiziert wurden.

0 G

#### Unklassifizierte Punkte

„Unklassifizierte Punkte“ sind nicht spezifizierte Höhenpunkte.

62010\_1000 1 G

#### Tiefpunkte, Rauschen

„Tiefpunkte“ sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die unterhalb des Geländes liegen und durch Fehlmessungen (Multipath-Effekt) entstanden sind.

62010\_1210 7

#### Hochpunkte, Rauschen

„Hochpunkte“ sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die kein Oberflächenobjekt beschreiben und durch Fehlmessungen (z.B.: Vögel, Nebel, Wolken etc.) entstanden sind.

62010\_1220 18

#### Geländepunkte, allgemein

„Geländepunkte“ sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte sowohl auf dem Gelände als auch in trockenengefallenen Gewässer-/Wattflächen.

62010\_1100 2 G

#### Feinklassifizierte Geländepunkte

„Feinklassifizierte Geländepunkte“ sind verifizierte Höhenpunkte sowohl auf dem Gelände als auch in trockenengefallenen Gewässer-/Wattflächen.

62010\_1110 22

<sup>9</sup> GID 7.1

<b>Geländepunkte ohne Keller</b>	62010_1120	21	
'Geländepunkte ohne Keller' sind Höhenpunkte sowohl auf dem Gelände als auch in trockengefallenen Gewässer-/Wattflächen, die nicht in einem (Keller-)Abgang oder Lichtschacht liegen.			
<b>Kellerpunkte</b>	62010_1318	24	
'Kellerpunkte' sind Höhenpunkte, die in einem Keller-/Abgang oder Lichtschacht liegen.			
<b>Straßenpunkte</b>	62010_1340	11	
'Straßenpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einer Straße.			
<b>Bahnkörperpunkte</b>	62010_1350	10	
'Bahnkörperpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Bahnkörper (Schotterung).			
<b>Gewässerpunkte</b>	62010_1130	9	
'Gewässerpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Gewässer.			
<b>Nicht-Geländepunkte, allgemein</b>	<b>62010_1200</b>	<b>20</b>	<b>G</b>
'Nicht-Geländepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die nicht auf dem Gelände liegen.			
<b>Gebäudepunkte</b>	62010_1310	6	
'Gebäudepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Gebäude.			
<b>Gebäudeinstallationspunkte</b>	62010_1315	28	
'Gebäudeinstallationspunkte' sind Höhenpunkte auf einer Gebäudeinstallation (z.B.: Antenne, Schornstein etc.).			
<b>Bauwerkspunkte, allgemein</b>	62010_1300	27	
'Bauwerkspunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Bauwerk.			
<b>Brückenpunkte</b>	62010_1320	17	
'Brückenpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Brückenbauwerk, die die eigentliche Brückenüberführung beschreiben.			
<b>Brückenfundamentpunkte</b>	62010_1325	26	
'Brückenfundamentpunkte' sind Höhenpunkte, die das Brückenfundament sowie Pfeiler und Widerlager beschreiben.			
<b>Wasserbauwerkspunkte</b>	62010_1330	25	
'Wasserbauwerkspunkte' sind Höhenpunkte, die ein Wasserbauwerk wie z.B. Bühnen, Parallelwerke, Leitdämme, nicht bewegliche Bauteile von Anlegebrücken, Sperrwerken und Schleusen, Wehre, Leuchtfeuer etc. beschreiben.			
<b>Vegetationspunkte, allgemein</b>	62010_1400	19	
'Vegetationspunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation.			
<b>Vegetationspunkte, niedrige Vegetation</b>	62010_1401	3	
'Vegetationspunkte, niedrige Vegetation' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation mit einer Höhe bis 1,5 m über dem Gelände.			
<b>Vegetationspunkte, mittelhohe Vegetation</b>	62010_1402	4	
'Vegetationspunkte, mittelhohe Vegetation' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation mit einer Höhe ab 1,5 m bis 8 m über dem Gelände.			
<b>Vegetationspunkte, hohe Vegetation</b>	62010_1403	5	
'Vegetationspunkte, hohe Vegetation' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation mit einer Höhe ab 8 m über dem Gelände.			

<b>Energieversorgungspunkte, allgemein</b>	62010_1500	23
'Energieversorgungspunkte, allgemein' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Energieversorgungsobjekt.		
<b>Leitungsschutzpunkte</b>	62010_1501	13
'Leitungsschutzpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Leitungsschutz.		
<b>Leitungsdrahtpunkte</b>	62010_1502	14
'Leitungsdrahtpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Leitungsdraht.		
<b>Fernleitungsmastpunkte</b>	62010_1503	15
'Fernleitungsmastpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Fernleitungsmast.		
<b>Fernleitungsinfrastrukturpunkte</b>	62010_1504	16
'Fernleitungsinfrastrukturpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Fernleitungsinfrastrukturobjekt wie z.B. einem Isolator etc.		

<b>Synthetische Punkte, allgemein</b>		29
'Synthetische Punkte' sind nicht näher spezifizierte künstlich erzeugte Höhenpunkte.		
<b>Synthetische Punkte, Gewässer</b>		8
'Synthetische Punkte, Gewässer' sind künstlich erzeugte Höhenpunkte auf einem Gewässer.		
<b>Synthetische Punkte, Oberfläche</b>		30
'Synthetische Punkte, Oberfläche' sind künstlich erzeugte Höhenpunkte der Oberfläche. Dies können sowohl Geländepunkte als auch Nicht-Geländepunkte sein.		

<b>Aufgefüllte Punkte aus ALS-Daten</b>		31
'Aufgefüllte Punkte aus ALS-Daten' sind aus den ALS-Daten ins bDOM überführte Punkte.		

<b>Überlappungspunkte</b>		12
'Überlappungspunkte' sind Punkte aus den Streifenüberlappungsbereichen, die nicht für den optimierten Datenbestand mit möglichst homogener Punktdichte genutzt werden.		

### AX\_Punkt3D 62020, Wertart:

<b>Markanter Geländepunkt</b>	62020_1010	Basis-DLM, DLM50
'Markanter Geländepunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an markanten Geländestellen.		
<b>Kuppenpunkt</b>	62020_1020	Basis-DLM, DLM50
'Kuppenpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an der höchsten Stelle einer rundlichen Einzelerhebung.		
<b>Kesselpunkt</b>	62020_1030	Basis-DLM, DLM50
'Kesselpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an der tiefsten Stelle einer rundlichen Vertiefung.		
<b>Sattelpunkt</b>	62020_1040	Basis-DLM, DLM50
'Sattelpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt im Schnittpunkt einer Rücken- und Muldenlinie.		
<b>Besonderer Höhenpunkt</b>	62020_1100	Basis-DLM, DLM50

'Besonderer Höhenpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt..			
<b>Höhenpunkt auf Wasserfläche</b>	62020_1110		
'Höhenpunkt auf Wasserfläche' ist ein charakteristischer Höhenpunkt auf einer Wasserfläche.			
<b>Wegepunkt</b>	62020_1120		Basis-DLM, DLM50
'Wegepunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt auf einem Weg oder einer Straße.			
<b>Strukturiert erfasster Geländepunkt</b>	62020_1210		
'Strukturiert erfasster Geländepunkt' ist ein Geländepunkt, der nach einem bestimmten Kriterium erfasst wurde.			
<b>Gemessener Höhenlinienpunkt</b>	62020_1220		Basis-DLM, DLM50
'Gemessener Höhenlinienpunkt' ist ein gemessener Höhenpunkt innerhalb einer Höhenlinie.			
<b>Dynamisch gemessener Höhenprofilpunkt</b>	62020_1230		Basis-DLM, DLM50
'Dynamisch gemessener Höhenlinienprofilpunkt' ist ein gemessener Höhenpunkt innerhalb eines Höhenprofils.			
<b>AX_Strukturlinie3D 62030, Wertart:</b>			
<b>Gewässerbegrenzungslinie</b>	62030_1100		Basis-DLM, DLM50
'Gewässerbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Gewässer zum Ufer hin abgrenzt.			
<b>Geländekante, allgemein</b>	62030_1200		Basis-DLM, DLM50
'Allgemeine Geländekante' ist die einzelne Kante unterschiedlich geneigter Geländeflächen und keine Obergruppe anderer Geländekanten.			
<b>Steilrand, Kliffkante</b>	62030_1210		Basis-DLM, DLM50
'Steilrand, Kliffkante' begrenzt den von der Brandung beständig abgetragenen Steilhang einer Küste.			
<b>Oberkante (Böschung, Kliff, Kai, Stützmauer)</b>	62030_1220	G	Basis-DLM, DLM50
'Oberkante' ist die obere Kante eines ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.			
<b>Unterkante (Böschung, Kliff, Kai, Stützmauer)</b>	62030_1230	G	Basis-DLM, DLM50
'Unterkante' ist die untere Kante eines ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.			
<b>Sonstige Begrenzungskante</b>	62030_1240		Basis-DLM, DLM50
'Sonstige Begrenzungskante' sind alle Kanten, die nicht anderen Kanten zugeordnet werden können (z.B. Trennschraffe).			
<b>Oberkante zugleich Unterkante</b>	62030_1250	G	Basis-DLM, DLM50
'Oberkante zugleich Unterkante' ist die untere Kante eines und zugleich obere Kante eines weiteren ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.			
<b>Geripplinie</b>	62030_1300		Basis-DLM, DLM50
'Geripplinie' ist eine Falllinie, welche zur Erfassung von Rücken und Mulden erforderlich ist.			
<b>Muldenlinie</b>	62030_1310		Basis-DLM, DLM50
'Muldenlinie' ist die tiefste Linie einer Mulde.			

<b>Wasserführende Muldenlinie</b> 'Wasserführende Muldenlinie' ist die tiefste Linie einer Mulde, die Wasser führt.	62030_1311	Basis-DLM, DLM50
<b>Rückenlinie</b> 'Rückenlinie' ist die höchste Linie bei lang gestreckten Bergrücken, welche die Wasserscheide bildet.	62030_1320	Basis-DLM, DLM50
<b>Bauwerksbegrenzungslinie</b> 'Bauwerksbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Bauwerk zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.	62030_1400	Basis-DLM, DLM50
<b>Brückenbegrenzungslinie</b> 'Brückenbegrenzungslinie' ist die Linie, welche eine Brücke zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.	62030_1410	Basis-DLM, DLM50
<b>Tunnelbegrenzungslinie</b> 'Tunnelbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Tunnelportal zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.	62030_1420	Basis-DLM, DLM50

### AX\_Flaechen3D 62040, Wertart:

<b>Aussparungsfläche</b> 'Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DHM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.	62040_1000	
<b>DGM-Aussparungsfläche</b> 'DGM-Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DGM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.	62040_1010	
<b>DOM-Aussparungsfläche</b> 'DOM-Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DOM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.	62040_1020	
<b>Kartographische Aussparungsfläche</b> 'Kartographische Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der kartographischen Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.	62040_1030	Basis-DLM, DLM50
<b>Brückenbegrenzungsfläche</b> 'Brückenbegrenzungsfläche' ist eine Fläche, die bei der Bearbeitung von Brücken-DGM berücksichtigt wird.	62040_1040	Basis-DLM, DLM50

**Codeliste der Erfassungs- und Fortführungsmethoden**

Messverfahren, mit dem die 3D-Messdaten erfasst wurden. Mögliche Angaben sind:

- 5000 (Terrestrische Aufnahme)
- 5001 (Terrestrisches Laserscanning)
- 5010 (Interaktive photogramm. Datenerfassung)
- 5020 (Laserscanning)
- 5021 (Airborne Laserscanning, first + only return)
- 5022 (Airborne Laserscanning, last + only return)
- 5030 (Digitalisierung analoger Vorlagen)
- 5040 (Bildkorrelation)
- 5050 (IfSAR)
- 5060 (Amtliche Festlegung)