Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)

Produktstandard für 3D-Messdaten

Version 1.0

Status:

33. Tagung AdV-Arbeitskreis Geotopographie, Beschluss GT 2020/05

Bearbeitet von der Projektgruppe 3D-Geobasisdaten

im AdV-Arbeitskreis Geotopographie

Bearbeitungsstand: 06.03.2020

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 6
4.2 Kachelinformationsdatei 7
4.3 Datenstruktur Datenabgabe 8
5 Datenqualität, Sicherungsmaßnahmen durch die Bundesländer 8
5.1 Prüfungen der Genauigkeit 8
6 Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV 8

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 bisher unter der Dokumentennummer 1052Rx geführt. Da das vorliegende Dokument nun 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, wird das bisherige Dokument nicht fortgeführt sondern unter einer neuen Dokumentennummer in der Version 1.0 eingeführt.

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: 06.03.2020
Version 3.0

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 Gegenstände.

Dauerhaft mit der Erdoberfläche verbundene Gegenstände sind Gebäude, Bauwerke und Vegetation. Unter Bauwerken sind auch Masten und Hochspannungsleitungen zu verstehen. Temporär auf der Erdoberfläche befindliche Gegenstände können beispielsweise Autos oder Holzstapel sein. Bedingt durch unterschiedliche Erfassungszeitpunkte können z. B. bei Vegetations- und Wasserflächen Höhensprünge 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 Autos 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 Böschungsflächen 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[1]:	Photogrammetrische Produkte – Teil 6: Anforderungen an digitale Höhenmodelle
DIN ISO 2859-1[2]:	Annahmestichprobenprüfung – Teil 1: nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage geordnete Stichprobenpläne

[1] DIN 18740-3:2014-12
[2] 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 Messdaten bezogen auf einen Quadratmeter an.

Genauigkeit der Messpunkte: Die Genauigkeit[3] hängt von den Eigenschaften der Erfassungsmethode und dem Verfahren zur Bestimmung der Position sowie 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% (2σ)): +/- 30 cm

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

Für DGM1 wird eine Mindestpunktdichte von 4 Punkte/m² 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	System übergangsweise
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	System übergangsweise
	DHHN2016	DHHN92
Kurzbezeichnung EPSG-Code (Integer)	7837	5783
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_DHHN2016_NH	DE_DHHN92_NH

[3] Die Angaben zur geometrischen Genauigkeit beziehen sich auf eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% (2σ), d.h. mindestens 95 % der Höhenpunkte liegen innerhalb der angegebenen Genauigkeit.

3.4.3 Höhenanomalie (Quasigeoidhöhe)[4]

	Standardgeoid	Geoid übergangsweise
	GCG2016	GCG05 GCG2011
Kurzbezeichnung EPSG-Code (Integer)	-	-
Kurzbezeichnung nach GeoInfoDok (alphanumerisch)	DE_AdV_GCG2016_QGH	DE_AdV_GCG2005_QGH DE_AdV_GCG2011_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 Farbwerten ist PDRF3 zu nutzen.

Item	*Format*	*Size*
X	long	4 bytes
Y	long	4 bytes
Z	long	4 bytes
Intensity **(Amplitude)** [5]	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 **(Echo/ Pulse width) [optional]**	unsigned char	1 byte

[4] Dieser Absatz ist nur aufzuführen, wenn eine Höhenanomalie vorliegt.

[5] Bei gleichzeitiger Speicherung von Amplitude und Reflexion ist unter LAS 1.2 auf die Farbwerte auszuweichen, z. B. Red = Reflexion. Höhere LAS Versionen ermöglichen die Speicherung als Extrabytes.

Point Source ID	unsigned short	2 bytes
GPS Time	double	8 bytes
Red **(Reflectance) [optional]**	unsigned short	2 bytes
Green **(Echo/ Pulse shape diviation) [optional]**	unsigned short	2 bytes
Blue **[optional]**	unsigned short	2 bytes

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 ausgerichtet werden.

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 km x 1 km 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 abgeleitet werden (Koordinatenwerte in km). Es werden ausschließlich Kleinbuchstaben verwendet:

3dm_<UTM_Zone>_<East>_<North>_<Kantenlänge>_<Land>

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, z. B. 1 oder 2
Land:	Länderkürzel

Beispiele für Kachelnamen:

3dm_32_543_5838_1_ni.laz 3D-Messdaten, UTM-Zone 32, 1 km x 1 km aus Niedersachsen

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
Eigentuemer	vollständiger Name des Eigentümers (freie Textzeile), Bsp.: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG)

Aktualitaet_Kachelinformationen	Datum der Generierung der Kachelinformationen (JJJJ-MM)
Version_Standard	Versionsnummer des zugrunde liegenden Standards

4.1.2 Angaben je Kachel

Kachelname	Name der Kachel (vgl. Punkt 3.5.3)
Ersterfassung	Zeitpunkt der Ersterfassung im Format JJJJ-MM
Erfassungsmethode	Messverfahren, mit dem die 3D-Messdaten erfasst wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in Anlage 5 definiert.
Aktualitaet	letzter Fortführungszeitpunkt im Format JJJJ-MM
Fortfuehrungsmethode	Messverfahren, mit dem die 3D-Messdaten fortgeführt wurden. Das Messverfahren ist über eine Codeliste in Anlage 5 definiert.
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 oder entsprechend 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.

4.2.2 Dateiname

Die Datei erhält die Bezeichnung:

<Kurzbezeichnung_Produkt>_<Land>_<Datum_Kachelinformationen>.csv

Kurzbezeichnung_Produkt:	Die Kurzbezeichnung ist über die AK GT-Unterlage [465Rx] definiert (Systematik und Benennung geotopographischer Produkte)
Land:	Länderkürzel
Datum_Kachelinformationen:	Datum der Erzeugung der Informationsdatei jjjj-mm-tt

Beispiel für Dateiname:

3dm_ni_2019-02-23.csv

4.2.3 Dateiinhalt

Die Grundstruktur der CSV-Datei lautet:

Satz 1: **Kachelinformationen des** <Kurzbezeichnung_Produkt> **für die Datenabgabe**

Satz 2: **Land;**Name_des_Landes_in_Langform

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

Satz 4: **Aktualitaet_Kachelinformationen;**JJJJ-MM-TT

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

<Kurzbezeichnung_Produkt>_<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 Eastwert **s**paltenweise[5] in Verzeichnissen zusammengefasst.

s<UTM_Zone>_<Rechtswert[6]>]

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)

5.1 Prüfungen der Genauigkeit

5.1.1 Prüfungen der Lagegenauigkeit

5.1.2 Prüfungen der Höhengenauigkeit

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

6 Angaben zur Datenlieferung an Zentrale Stellen der AdV

Keine Datenabgabe an Zentrale Stellen.

[5] hierfür und um den Verzeichnisnamen mit einem Buchstaben zu beginnen steht das „s“
[6] in km ohne Zonenkennung

Kachelinformationsdatei
3dm_nw_2017-07-16.csv

Kachelinformationen des DOM1 für die Datenabgabe

Land;Nordrhein-Westfalen

Eigentuemer;Land NRW, Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW

Aktualität_Kachelinformationen;2017-07-16

Version_ Standard;1.3

Punktklassenbelegung;1,2,20

Kachelname;Aktualitaet;Erfassungsmethode;Fortfuehrung;Fortfuehrungsmethode;Genauigkeit; Koordinatenreferenzsytem_Lage;Koordinatenreferenzsystem_Hoehe;Hoehenanomalie

3dm_32_304_5774_1_nw;2016-12;5020;2017-06;5020;0.5;25832;7837;DE_AdV_GCG2016_QGH

3dm_32_304_5775_1_nw;2016-12;5020;2017-06;5020;0.5;25832;7837;DE_AdV_GCG2016_QGH

3dm_32_304_5776_1_nw;2016-12;5020;2017-06;5020;0.5;25832;7837;DE_AdV_GCG2016_QGH

3dm_32_304_5777_1_nw;2016-12;5020;2017-06;5020;0.5;25832;7837;DE_AdV_GCG2016_QGH

Dateistruktur

3dm

Beispiel:

```
3dm_he_2018-03-13
├── 3dm_he_2018-03-13.csv
├── s32_500
│   ├── 3dm_32_500_5700_1_he.las
│   ├── 3dm_32_500_5701_1_he.las
│   ├── 3dm_32_500_5702_1_he.las
│   ├── 3dm_32_500_5703_1_he.las
│   ├── ...
│   ...
├── s32_501
│   ├── 3dm_32_501_5700_1_he.las
│   ├── 3dm_32_501_5701_1_he.las
│   ├── 3dm_32_501_5702_1_he.las
│   ├── 3dm_32_501_5703_1_he.las
│   ...
```

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, DGM2, DGM5, DGM10 und eines DOM (1m-Gitter) beziehungsweise nach dem Standard der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Bereitstellung hoch auflösender 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 1. 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

2.2.2 ALS-Messpunktspezifikationen

Punktdichte [Punkte/m²]	Maximaler Punktabstand[7]	Maximaler Spotdurchmesser des Laserstrahls

[7] Die Angabe des maximalen Punktabstandes bezieht sich auf eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95%.

	[cm, längs und quer zur Flugstreifenanordnung]	[cm]
1	200	50
2	90	40
3	75	35
4	60	30
8	50	25
12	40	20

Für DGM1 wird eine Mindestpunktdichte von 4 Punkte/m² vorausgesetzt. Alle nachfolgenden Qualitätsprüfungen beziehen sich auf diese Punktdichte.

2.2.3 Genauigkeit der Flugstreifenanpassung

Maximale mittlere Abweichung zwischen den Flugstreifen nach der Anpassung:

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

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

- Lage: $\Delta_y = \Delta_x \leq \pm 20$ cm,
- Höhe: $\Delta_H \leq \pm$ 10cm.

2.2.4 ALS-Punktgenauigkeiten

Anzustrebende absolute erweiterte Objektpunktunsicherheit U_{95} (p= 95%)[8]:

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

2.2.5 ALS-Punktklassifizierung

Die ALS-Daten sind getrennt nach Last-Return- und First-Return-Daten, jeweils mit den Only-Return-Daten (first echo = last echo), 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.

2.2.6 Einzuhaltende Randbedingungen

Folgende Randbedingungen sind bei der ALS-Befliegung einzuhalten:

- Witterungsverhältnisse: trocken, Eis- und Schneefreiheit, nach erstem Bodenfrost,
- Ausführungszeitraum: November – März,

[8] 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

- Vegetation: soweit möglich unbelaubt und keine Bodenbedeckung,
- maximale Wasserstände: gebietsabhängig,
- maximale Windgeschwindigkeit: 5 Bft.

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.

3.3.2 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.

3.3.3 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-Punkte 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 Pulse) (Schräglichtschummerung der georeferenzierten Rohdaten, Format: Geo-TIFF oder TIFF mit tfw-Datei, Farbtiefe = 8 bit, GSD = 2,5 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.

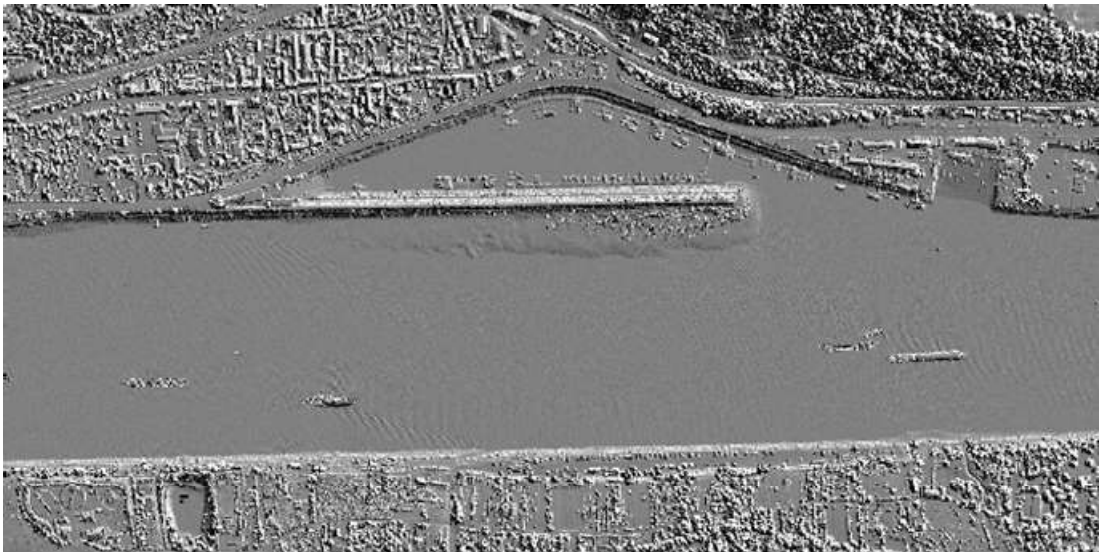

Abb. 3.5.1-1: Beispiel einer Schummerungsdarstellung zur Gebietsabdeckung

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 Pulse) und auf 5 m x 5 m = 25 m²-Flächen (statistisches Maß) zu beziehen, d.h.

- jede 25 m²-Fläche erhält einen Wert für die berechnete Punktdichte pro m², wobei die berechnete Punktdichte mindestens der geforderten Punktdichte entsprechen muss und
- 80% der 1x1m²-Kacheln jeder 25 m²-Fläche müssen der geforderten Punktdichte genügen.

Die Dichtewerte jeder 25 m²-Fläche sind für die Darstellung in der Punktdichtekarte (s. Abb. 3.5.2-1) zu verwenden. Dabei ist die Anzahl der tatsächlich erreichten Punkte pro m² als farbige Darstellung zu visualisieren (farblich differenzierte Klassen mit Anzahl der Punkte/m²). 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.

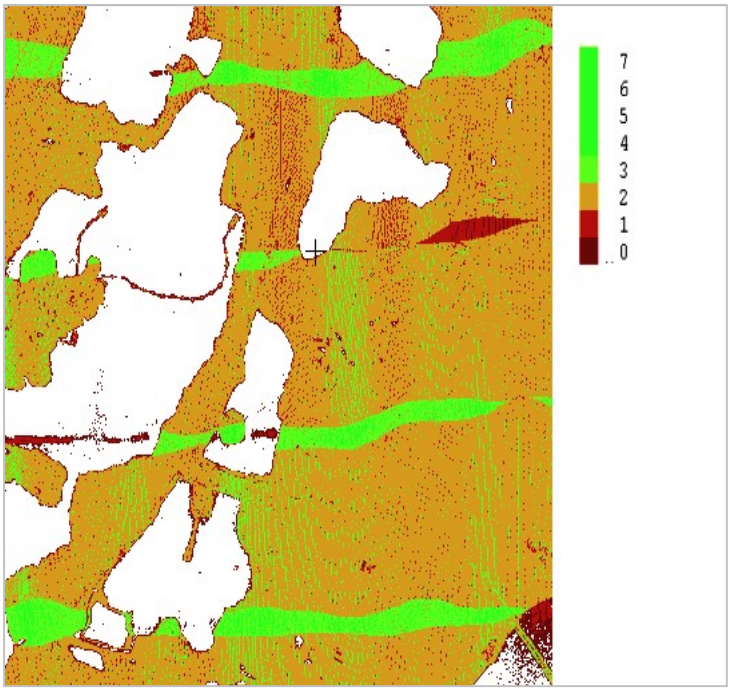

Abb. 3.5.2-1: Beispiel einer Punktdichtekarte

Weiterhin sind

- die Anzahl der tatsächlich erreichten Punkte pro m² in Form einer Tabelle darzustellen (Histogramm, Anzahl von 1 m²-Flächen mit 0 Punkten, 1 Punkt, 2 Punkten, usw.),
- die tatsächlich erreichte mittlere Punktanzahl pro m² 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 gem. Abschnitt 2.2.5. nachzuweisen.

3.6.2 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

3.7 Technischer Teilbericht „ALS-Befliegung“

Alle 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-Punktwolke 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 = ±15 cm in flachem bis wenig geneigtem Gelände,
- dHmax = ±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. 4.1.3-1 und 4.1.3-2), Minimal- und Maximalwerte in Lage und Höhe,

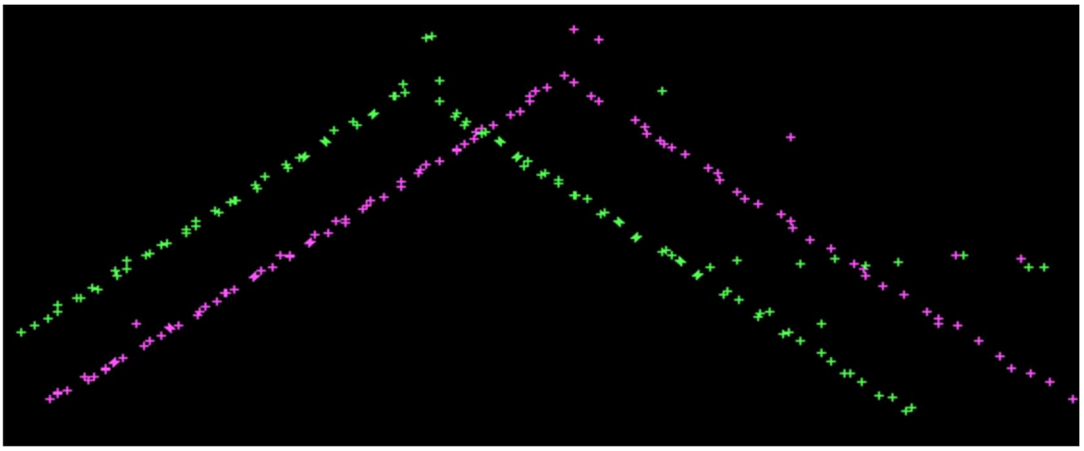

Abb. 4.1.3-1: Beispiel einer Darstellung relativer Abweichungen in einer Profilansicht

Abb. 4.1.3-2: Beispiel einer Darstellung aufbereiteter Streifenanpassungsergebnisse in der Höhe

- 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 km², 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: Uy= Ux ≤ 40 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 hinaus reichen, 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 hinaus reichen, 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 Höhengenauigkeit

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 km²-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 vorgegeben 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-Daten,

  insbesondere 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 16.10.2019, Version 1.4

Die Codeliste wurde basierend auf den Festlegungen der ASPRS (LAS1.4_R11) erstellt und lässt sich für Daten im Format LAS1.2ff umsetzen. Die Wertearten 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 genutzt werden.

Bezeichnung	OK-DHM-Code	(G)[9]	LAS Klasse	(G)	zus. Modellartenkennung
AX_Punktwolke3D 62010, Werteart:					
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 trockengefallenen Gewässer-/Wattflächen.	**62010_1100**		**2**	**G**	
Feinklassifizierte Geländepunkte 'Feinklassifizierte Geländepunkte' sind verifizierte Höhenpunkte sowohl auf dem Gelände als auch in trockengefallenen Gewässer-/Wattflächen.	62010_1110		22		
Geländepunkte ohne Keller 'Geländepunkte ohne Keller' sind Höhenpunkte sowohl auf dem Gelände als auch in trockengefallenen Gewässer-/Wattflächen, die nicht in einem (Keller-)Abgang oder Lichtschacht liegen.	62010_1120		21		
Kellerpunkte 'Kellerpunkte' sind Höhenpunkte, die in einem Keller-/Abgang oder Lichtschacht liegen.	62010_1318		24		
Straßenpunkte	62010_1340		11		

[9] GID 7.1

'Straßenpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einer Straße.

Bahnkörperpunkte	62010_1350	10	
'Bahnkörperpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Bahnkörper (Schotterung).			
Gewässerpunkte	62010_1130	9	
'Gewässerpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Gewässer.			
Nicht-Geländepunkte, allgemein	**62010_1200**	**20**	**G**
'Nicht-Geländepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die nicht auf dem Gelände liegen.			
Gebäudepunkte	62010_1310	6	
'Gebäudepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Gebäude.			
Gebäudeinstallationspunkte	62010_1315	28	
'Gebäudeinstallationspunkte' sind Höhenpunkte auf einer Gebäudeinstallation (z.B.: Antenne, Schornstein etc.).			
Bauwerkspunkte, allgemein	62010_1300	27	
'Bauwerkspunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Bauwerk.			
Brückenpunkte	62010_1320	17	
'Brückenpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Brückenbauwerk, die die eigentliche Brückenüberführung beschreiben.			
Brückenfundamentpunkte	62010_1325	26	
'Brückenfundamentpunkte' sind Höhenpunkte, die das Brückenfundament sowie Pfeiler und Widerlager beschreiben.			
Wasserbauwerkspunkte	62010_1330	25	
'Wasserbauwerkspunkte' sind Höhenpunkte, die ein Wasserbauwerk wie z.B. Buhnen, Parallelwerke, Leitdämme, nicht bewegliche Bauteile von Anlegebrücken, Sperrwerken und Schleusen, Wehre, Leuchtfeuer etc. beschreiben.			
Vegetationspunkte, allgemein	62010_1400	19	
'Vegetationspunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation.			
Vegetationspunkte, niedrige Vegetation	62010_1401	3	
'Vegetationspunkte, niedrige Vegetation' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation mit einer Höhe bis 1,5 m über dem Gelände.			
Vegetationspunkte, mittelhohe Vegetation	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.			
Vegetationspunkte, hohe Vegetation	62010_1403	5	
'Vegetationspunkte, hohe Vegetation ' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf der Vegetation mit einer Höhe ab 8 m über dem Gelände.			
Energieversorgungspunkte, allgemein	62010_1500	23	
'Energieversorgungspunkte, allgemein' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Energieversorgungsobjekt.			
Leitungsschutzpunkte	62010_1501	13	
'Leitungsschutzpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Leitungsschutz.			
Leitungsdrahtpunkte	62010_1502	14	
'Leitungsdrahtpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Leitungsdraht.			

Fernleitungsmastpunkte 'Fernleitungsmastpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Fernleitungsmast.	62010_1503	15
Fernleitungsinfrastrukturpunkte 'Fernleitungsinfrastrukturpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Fernleitungsinfrastrukturobjekt wie z.B. einem Isolator etc.	62010_1504	16
Synthetische Punkte, allgemein 'Synthetische Punkte' sind nicht näher spezifizierte künstlich erzeugte Höhenpunkte.		29
Synthetische Punkte, Gewässer 'Synthetische Punkte, Gewässer' sind künstlich erzeugte Höhenpunkte auf einem Gewässer.		8
Synthetische Punkte, Oberfläche 'Synthetische Punkte, Oberfläche' sind künstlich erzeugte Höhenpunkte der Oberfläche. Dies können sowohl Geländepunkte als auch Nicht-Geländepunkte sein.		30
Aufgefüllte Punkte aus ALS-Daten 'Aufgefüllte Punkte aus ALS-Daten' sind aus den ALS-Daten ins bDOM überführte Punkte.		31
Überlappungspunkte 'Überlappungspunkte' sind Punkte aus den Streifenüberlappungsbereichen, die nicht für den optimierten Datenbestand mit möglichst homogener Punktdichte genutzt werden.		12

AX_Punkt3D 62020, Werteart:

Markanter Geländepunkt 'Markanter Geländepunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an markanten Geländestellen.	62020_1010	Basis-DLM, DLM50
Kuppenpunkt 'Kuppenpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an der höchsten Stelle einer rundlichen Einzelerhebung.	62020_1020	Basis-DLM, DLM50
Kesselpunkt 'Kesselpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt an der tiefsten Stelle einer rundlichen Vertiefung.	62020_1030	Basis-DLM, DLM50
Sattelpunkt 'Sattelpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt im Schnittpunkt einer Rücken- und Muldenlinie.	62020_1040	Basis-DLM, DLM50
Besonderer Höhenpunkt 'Besonderer Höhenpunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt..	62020_1100	Basis-DLM, DLM50
Höhenpunkt auf Wasserfläche 'Höhenpunkt auf Wasserfläche' ist ein charakteristischer Höhenpunkt auf einer Wasserfläche.	62020_1110	
Wegepunkt 'Wegepunkt' ist ein charakteristischer Höhenpunkt auf einem Weg oder einer Straße.	62020_1120	Basis-DLM, DLM50
Strukturiert erfasster Geländepunkt 'Strukturiert erfasster Geländepunkt' ist ein Geländepunkt, der nach einem bestimmten Kriterium erfasst wurde.	62020_1210	

Gemessener Höhenlinienpunkt 'Gemessener Höhenlinienpunkt' ist ein gemessener Höhenpunkt innerhalb einer Höhenlinie.	62020_1220		Basis-DLM, DLM50
Dynamisch gemessener Höhenprofilpunkt 'Dynamisch gemessener Höhenlinienprofilpunkt' ist ein gemessener Höhenpunkt innerhalb eines Höhenprofils.	62020_1230		Basis-DLM, DLM50

AX_Strukturlinie3D 62030, Werteart:

Gewässerbegrenzungslinie 'Gewässerbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Gewässer zum Ufer hin abgrenzt.	62030_1100		Basis-DLM, DLM50
Geländekante, allgemein 'Allgemeine Geländekante' ist die einzelne Kante unterschiedlich geneigter Geländeflächen und keine Obergruppe anderer Geländekanten.	62030_1200		Basis-DLM, DLM50
Steilrand, Kliffkante 'Steilrand, Kliffkante' begrenzt den von der Brandung beständig abgetragenen Steilhang einer Küste.	62030_1210		Basis-DLM, DLM50
Oberkante (Böschung, Kliff, Kai, Stützmauer) 'Oberkante' ist die obere Kante eines ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.	62030_1220	G	Basis-DLM, DLM50
Unterkante (Böschung, Kliff, Kai, Stützmauer) 'Unterkante' ist die untere Kante eines ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.	62030_1230	G	Basis-DLM, DLM50
Sonstige Begrenzungskante 'Sonstige Begrenzungskante' sind alle Kanten, die nicht anderen Kanten zugeordnet werden können (z.B. Trennschraffe).	62030_1240		Basis-DLM, DLM50
Oberkante zugleich Unterkante "Oberkante zugleich Unterkante' ist die untere Kante eines und zugleich obere Kante eines weiteren ZUSO Böschung, Kliff bzw. eines Kais oder einer Stützmauer.	62030_1250	G	Basis-DLM, DLM50
Geripplinie 'Geripplinie' ist eine Falllinie, welche zur Erfassung von Rücken und Mulden erforderlich ist.	62030_1300		Basis-DLM, DLM50
Muldenlinie 'Muldenlinie' ist die tiefste Linie einer Mulde.	62030_1310		Basis-DLM, DLM50
Wasserführende Muldenlinie 'Wasserführende Muldenlinie ' ist die tiefste Linie einer Mulde, die Wasser führt.	62030_1311		Basis-DLM, DLM50
Rückenlinie 'Rückenlinie' ist die höchste Linie bei lang gestreckten Bergrücken, welche die Wasserscheide bildet.	62030_1320		Basis-DLM, DLM50
Bauwerksbegrenzungslinie 'Bauwerksbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Bauwerk zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.	62030_1400		Basis-DLM, DLM50
Brückenbegrenzungslinie	62030_1410		Basis-DLM, DLM50

'Brückenbegrenzungslinie' ist die Linie, welche eine Brücke zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.

Tunnelbegrenzungslinie	62030_1420	Basis-DLM, DLM50

'Tunnelbegrenzungslinie' ist die Linie, welche ein Tunnelportal zur umliegenden Umgebung hin abgrenzt.

AX_Flaechen3D 62040, Werteart:

Aussparungsfläche	62040_1000	

'Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DHM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.

DGM-Aussparungsfläche	62040_1010	

'DGM-Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DGM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.

DOM-Aussparungsfläche	62040_1020	

'DOM-Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der DOM-Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.

Kartographische Aussparungsfläche	62040_1030	Basis-DLM, DLM50

'Kartographische Aussparungsfläche' ist eine Fläche, die bei der kartographischen Bearbeitung nicht berücksichtigt wird.

Brückenbegrenzungsfläche	62040_1040	Basis-DLM, DLM50

'Brückenbegrenzungsfläche' ist eine Fläche, die bei der Bearbeitung von Brücken-DGM berücksichtigt wird.

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)