

BfG-2034

Leitfaden

Qualitätsstandard Digitaler Geländemodelle von Wasserläufen (QS-DGM-W) Version 2.0

14.10.2020

Auftraggeber:	GDWS
SAP-Nr.:	M39610501966
Anzahl der Seiten:	45
Aufgestellt durch:	Patrick Havel, BfG Herbert Brockmann, BfG Uwe Großkordt, RMK, Celle (i. A. der BfG) Andreas Haase, RMK, Celle (i. A. der BfG) Gesa Schirren, FGeoWSV

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	5
Referenzierte Dokumente.....	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Veranlassung und Ziele.....	8
2 DGM-W-Beschreibung	9
2.1 Basisprodukte.....	9
2.1.1 Binnen.....	9
2.1.2 Küste.....	10
2.2 Varianten und Zusatzprodukte	10
2.3 Geodätische Grundlagen.....	10
2.4 Bearbeitungsgebiete	11
2.5 Standardformate	11
2.5.1 Modell A.....	12
2.5.2 Modell B	12
2.5.3 3D-Strukturanten	12
2.5.4 Datenquellen	12
2.5.5 Profile (Zusatzprodukt).....	12
2.6 Kachelung	13
3 DGM-W-Prozessübersicht	14
4 Übergeordnete Leistungsmerkmale	15
4.1 AG/AN-Besprechungen.....	15
4.2 Rahmenanforderungen.....	15
4.2.1 Bearbeitungsablaufplanung (BAP).....	15
4.2.2 Qualitätssicherung der Eingangsdaten (AN-QS).....	16
4.2.3 Datensicherung.....	16
4.3 Fachanforderungen	16
4.3.1 Leistungsphasen (LP)	16
4.3.2 Wasserstände.....	17
4.3.3 Datenalter	17
4.3.4 Binnengewässer und Küstenabschnitte.....	17
4.3.5 Bereitstellung der Produkte.....	17
4.3.6 Modellvarianten und Zusatzprodukte	18
4.4 Berichte und Qualitätsnachweise	18
4.4.1 Berichte.....	18
4.4.2 Qualitätsnachweise	19
4.5 Lieferungen und Datensicherung	19
5 Eingangsdatenuntersuchung (AN-QS).....	20
5.1 Terrestrisch erfasste Daten.....	21

5.1.1	3D-Messpunkte	21
5.1.2	3D-Querprofilpunkte	21
5.1.3	2D/3D-Strukturkanten	21
5.2	Luftgestützt erfasste Daten	22
5.2.1	ALS-Messpunkte.....	22
5.2.2	DIM-Messpunkte	22
5.2.3	2D/3D-Strukturkanten	23
5.3	Daten der Gewässervermessung.....	23
5.3.1	3D-Stützpunkte eines Modells	23
5.3.2	3D-Profilpunkte.....	23
5.4	Sonstige Punkt- und Geometriedaten	24
5.5	Sonstige Grundlagendaten	24
5.6	Datenumringe.....	24
5.7	Datenlücken	24
5.8	Redundante Daten	25
5.9	Wasseroberflächen	25
5.10	Technischer Teilbericht	25
5.11	Resultate und Ergebnisse	25
6	Datenaufbereitung	26
6.1	Transformation in Basissysteme	26
6.2	Messdaten am Rand des Gebietes	26
6.3	Punktwolken und Einzelpunkte.....	26
6.3.1	Klassifizierte Punkte.....	26
6.3.2	Strukturkantenableitung.....	26
6.3.3	Flächenlotungen, Fächerlotungen.....	27
6.3.4	Querprofile, Längsprofile, Linienlotungen	27
6.4	3D-Strukturkanten	27
6.4.1	DGM-relevante Strukturkanten.....	27
6.4.2	Vertikale Flächen	27
6.5	Wasser-Land-Grenzen (WLG).....	27
6.6	DBWK2	28
6.7	Buhnen- und Bauwerksinformationen	28
6.8	Gebäudedaten.....	29
6.8.1	Geometrien und Größenvorgaben	29
6.9	Aufbereitung redundanter Daten	29
6.10	Sonstige Daten	29
6.11	Gebäudedaten.....	29
6.11.1	Grundsätze zur Validierung und Plausibilisierung.....	30
6.11.2	Dokumentation von Datenlücken.....	30
6.11.3	Nachweise zur Datengüte	30
6.12	Technischer Teilbericht „Datenaufbereitung“	30

7	DGM-W-Modellierung	31
7.1	Eingangsdaten	31
7.2	Konkurrierende Datensätze.....	31
7.3	Interpolation und Ersatzmodelle	32
7.4	Modellierung über den Rand hinaus.....	32
7.5	Verwendung Geländepunkte	32
7.6	Verwendung Strukturkanten	32
7.7	Verdichtung von Strukturkantenstützpunkten.....	33
7.8	Behandlung von Datenlücken	33
7.8.1	Datenlücken Vorland - Gewässerbett	33
7.8.2	Nebenliegende, verbundene und nicht verbundene Gewässerflächen	33
7.8.3	Schließen sonstiger Datenlücken.....	33
7.8.4	Ersatzmodelle.....	34
7.8.5	Bauwerksmodelle	34
7.8.6	Sonstige Details und Vorgaben	34
7.9	Generierung der Quadratgitter	35
7.9.1	Randpunkte des Quadratgitters	35
7.9.2	Nachweis der Vollständigkeit	35
7.10	Generierung des TIN	35
7.10.1	Ausdünnung gemäß den Vorgaben	35
7.10.2	Vollständigkeit	35
7.10.3	Nachweis korrekter Daten und Strukturen.....	36
7.11	Datenquellen	36
7.11.1	Format und Geometrische Vorgaben.....	36
7.11.2	Attribute	37
7.12	Technischer Teilbericht „DGM-W-Modellierung“	37
8	Ableitung von Querprofilen	39
8.1	Vorgaben.....	39
8.2	Datenlieferung.....	39
8.3	QS-Nachweise.....	39
8.4	Technischer Teilbericht „Querprofile“	40
9	Teilberichte und Abschlussbericht	41
10	Qualitätsüberprüfungen des AG	42
11	Checkliste QS DGM-W	43

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 2.1: Gitterpunktpositionen (Kachelrand, Gitterpunkte)	9
Abbildung 2.2: Bearbeitungsgebiet im Binnenbereich. Potenzielle Überschwemmungsfläche (Gelände, rot, hier generalisiert), abflusswirksamer Bereich (Gelände, grün), Wasserwechselzone (schraffiert), Gewässerbett (blau).....	11
Abbildung 3.1: Prozessübersicht	14
Abbildung 7.1: Gitterpunktpositionen (Kachelrand, Gitterpunkte innerhalb, Gebietspolygon)	35
 Tabelle 2.1: Kachelungen von Quadratgittermodellen.....	13
Tabelle 11.1: Checkliste QS DGM-W	43

Referenzierte Dokumente

<i>AA_DGM-W/FE-Gitter</i>	Allgemeine Anforderungen an die Erstellung von Digitalen Geländemodellen (DGM-W) und Finite-Elemente-Gittern (FE-Gitter), Version 1.7, 07.01.2008 Anlage 1: <u>AA-DGM-W-FE-Gitter_V1.7.pdf</u>
<i>GNTRANS-WSV</i>	Speziell ausgeglichene Gitterdatei der WSV für Koordinatentransformationen nach der NTv2 Methode. <i>Bereitstellung bei Bedarf durch die WSV</i>
<i>WSV-3DTOP</i>	Beschreibung des universellen Datenaustauschformates für 3D-Topografiedaten der WSV, Version 1.10 vom 29.02.2016 Anlage 2: <u>WSV-3DTOP Formatbeschreibung_1-10.pdf</u>
<i>AVS-UCD</i>	AVS-UCD-Dateiformat Anlage 3: <u>AVS-UCD-Format_en.pdf</u>
<i>Standard für 3D-Messdaten</i>	Standard für 3D-Messdaten, Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV), Version: 3.0, 06.03.2020 Anlage 4: <u>Standard 3D-Messdaten.pdf</u>
<i>WSV-CSV, W130</i>	WSV Punkt- und Grundrissdatei, Formatbeschreibungen Anlage 5: <u>WSV-Punktformat_W80.pdf</u> <u>WSV-Punktdatei_W130.pdf</u>
<i>aQua</i>	angewandtes Qualitätsmanagement in der Gewässervermessung  <i>Zu finden im Intranet der WSV</i>

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
ALS	Airborne Laser-Scanning (Light Detection and Ranging)
AN	Auftragnehmer
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BAP	Bearbeitungsablaufplan
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
GNTRANS-WSV	Software der WSV zur Koordinatentransformation
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BWaStr	Bundeswasserstraßen
GCG11	AdV-Quasigeoid 2011: German Combined QuasiGeoid 2011
DBWK2	Digitale Bundeswasserstraßenkarte 1:2.000
DIM	Dense Image Matching (Verfahren der automatisierten photogrammetrischen Messpunktbestimmung mittels Bildkorrelation)
DGM-W	Digitales Geländemodell des Wasserlaufes
DOP	Digitales Orthophoto
DSP	Datensicherungsplan
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FGeoWSV	Fachstelle für Geodäsie und Geoinformatik der WSV
GBG	Gesamtbearbeitungsgebiet
GSD	Ground Sampling Distance (Bodenauflösung von Luftbildern)
LB	Leistungsbeschreibung
LP	Leistungsphase
NTv2	National Transformation version 2 (Ansatz zur Berechnung von Koordinatenreferenzsystemübergängen basierend auf gitterförmigen Shiftwerten)
OGC	Open Geospatial Consortium
QS	Qualitätssicherung
QSP	Qualitätssicherungsplan
TIN	Triangulated Irregular Network
TB	Teilbearbeitung
UTM	Universal Transverse Mercator
WLG	Wasser-Land-Grenze, auch Uferlinie genannt
WMS	Web Map Service
WPA	WSV-Punkt-Art
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 Veranlassung und Ziele

Für vielfältige Aufgaben der WSV einschließlich der BAW und der BfG im BWaStr-Kontext werden homogene (aktuelle, hochauflösende, genaue) und großräumige Digitale Geländemodelle des Wasserlaufes (DGM-W) als ein wesentliches Basisprodukt zur Bearbeitung von gewässerkundlichen, wasserwirtschaftlichen, wasserbaulichen und ökologischen Aufgabenstellungen benötigt. Das DGM-W bildet das Gewässerbett, die Wasserwechselzone und die Vorländer mit allen hydraulisch relevanten Bauwerken (ohne Gebäude) ab. Der abzubildende Bereich wird jeweils entsprechend der Nutzeranforderungen festgelegt. Gebräuchliche, im Einzelfall anzupassende, Abgrenzungen der relevanten BWaStr-Bereiche sind:

- freifließende und staugeregelte Fließgewässer (Binnen), s. Abbildung 2.2:
 - Grenzen des abflusswirksamen Bereiches (z.B. Deichaußenkanten) oder
 - Grenzen eines potenziellen 500- oder 200-jährlichen Überschwemmungsgebietes,
- tidebeeinflusste Gewässer der Nordsee (Küste):
 - landseitig: Deichaußenkanten und
 - seeseitig: 10 m-Tiefenlinie oder Grenzen eines hydrodynamisch-numerischen Modells

Um unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten ein entsprechendes anforderungsgerechtes Basisprodukt zu bekommen, bedarf es anforderungsbezogener und einzuhaltender Qualitätsstandards. Diese Qualitätsstandards werden in diesem Leitfaden beschrieben und sind grundsätzlich von der/den mit der Ausführung Beauftragten, i.d.R. einer Ing.-Firma, umzusetzen und der Abnahme durch den Auftraggeber zugrunde zu legen. Im Blickpunkt steht dabei immer das jeweilige nutzerorientierte Endprodukt.

Alle QS-Maßnahmen müssen umfassend, eindeutig und lückenlos dokumentiert werden. Dabei sollte *aQua*, angewandtes Qualitätsmanagement in der Gewässervermessung, in der jeweils aktuellen Fassung, nachgeordnet zu diesem Leitfaden, Anwendung finden.

2 DGM-W-Beschreibung

2.1 Basisprodukte

Basisprodukte des DGM-W sind das 1 m-Quadratgittermodell und das Dreiecksgitternetz als ausgedünntes TIN.

2.1.1 Binnen

DGM-W von freifließenden und staugeregelten BWaStr-Fließgewässern werden standardmäßig in zwei Modellvarianten bereitgestellt:

Modell A: 1 m-Quadratgitter, ohne Gebäude, Datenlücken geschlossen durch Interpolation: Rechtswert, Hochwert, Höhe; Format: ESRI ASCII-GRID, Gitterpositionen: s. Abbildung 2.1.

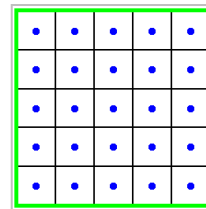


Abbildung 2.1:
Gitterpunktpositionen (Kachelrand, Gitterpunkte)

Das Modell A wird abgeleitet aus einem dreiecksvermaschten Gesamtmodell (TIN) der Eingangsdaten unter vorheriger Einbeziehung von:

- Punktdaten des Geländes und der Sohle,
- hydraulisch relevanten 3D-Strukturkanten (Bruch- und Geländekanten, Buhnen, Parallelwerke und Sohlschwellen, Brückenpfeiler und -fundamenten, Wehren, Schleusen, Durchlassbauwerke, etc.),
- unter hydraulischen Gesichtspunkten höhenmäßig angepassten, stehenden Gewässern (Fläche ≥ 1 ha), Häfen, Nebengewässern etc..

Modell B: irreguläres Dreiecksgitternetz (TIN, hybrides Modell), Datenlücken einschließlich Gebäudeflächen geschlossen durch Interpolation und ausgedünnt nach morphologischen Kriterien (Höhentoleranzkriterium auf Basis der Messgenauigkeit): Rechtswert, Hochwert, Höhe, Dreiecksindizes; Formate: AVS-UCD, DXF (oder ESRI 3D-Shape).

Das Modell B wird abgeleitet aus einer Constrained Conforming Delaunay-Vermaschung der Rasterdaten aus Modell A unter „fester“ Einbeziehung der auch im Modell A verwendeten Strukturkanten bei der TIN-Prozessierung:

- hydraulisch relevante 3D-Strukturkanten (Bruch- und Geländekanten, Buhnen, Parallelwerke und Sohlschwellen, Brückenpfeiler und -fundamente, Wehre, Schleusen, Durchlassbauwerke, etc.),

- unter hydraulischen Gesichtspunkten höhenmäßig angepasste, stehende Gewässer (Fläche ≥ 1 ha), Häfen, Nebengewässer etc.

Zusammen mit den Basisprodukten sind Umringspolygone der verwendeten Eingangsdaten herzustellen, welche die unterschiedlichen Datensätze (Quellen) flächenhaft voneinander abgrenzen. Die Metadaten-Informationen der Eingangsdaten sind als Attribute mitzuführen. Diese Datenquellen sind als Polygonshape zu liefern. Die verwendeten hydraulisch relevanten 3D-Strukturkanten sind als Polylinienseite bereit-zustellen.

2.1.2 Küste

Gemäß Abschnitt 2.1.1

2.2 Varianten und Zusatzprodukte

Mögliche Varianten und Zusatzprodukte im Binnen- und Küstenbereich werden im Einzelfall bedarfsorientiert individuell beschrieben und angefordert. Vor diesem Hintergrund werden nur einige dieser Produkte im Abschnitt 4.3.6 näher beschrieben. Konkret sind sie der zugehörigen Leistungsbeschreibung zu entnehmen.

Unabhängig davon sind immer alle Vorgaben dieses Qualitätsstandards einzuhalten, es sei denn, in der vorrangig zu berücksichtigenden Leistungsbeschreibung wurden anderweitige Festlegungen getroffen.

2.3 Geodätische Grundlagen

Aktuell sind folgende geodätische Grundlagen einzuhalten:

Koordinatenreferenzsysteme (Basissysteme):

- Lage: ETRS89 (in der Realisierung der AdV 2016), UTM-Abbildung, Zone 32/33 (6-stellig, ohne führende Zonenkennziffer),
- Höhe: DHHN2016 (GCG2016),

Transformationen zwischen Lagereferenzsystemen:

- NTv2-Ansatz,
- Gitterdaten *GNTRANS*-WSV (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente, *GNTRANS*-WSV)

Transformationen zwischen Höhensystemen:

- Gitterdaten (oder Zugang zu Software HOETRA) nach Vorgaben des AG

Genauigkeitsangaben:

- absolute erweiterte Objektpunktunsicherheit U95 ($p=95\%$)¹.

¹ gem.: [ISO/BIPM-Leitfaden „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement \(GUM\)“](#), überarbeitete Fassung von 2008, Zürich

2.4 Bearbeitungsgebiete

Das Gesamtbearbeitungsgebiet im Binnenbereich, s. Abbildung 2.2, muss mindestens den abflusswirksamen Bereich („zwischen den Deichen“) des Hauptgewässers und je nach Nutzeranforderung die Nebengewässer und/oder weiteren potenziellen Überschwemmungsflächen abbilden. Im Kontext mit den Eingangsdaten ist hier zu differenzieren zwischen:

- Gelände (erfasste „trockene“ Flächen),
- Wasserwechselzone (möglicherweise nicht erfasste „trockene“ oder „nasse“ Flächen),
- Gewässerbett (erfasste „nasse“ Flächen).

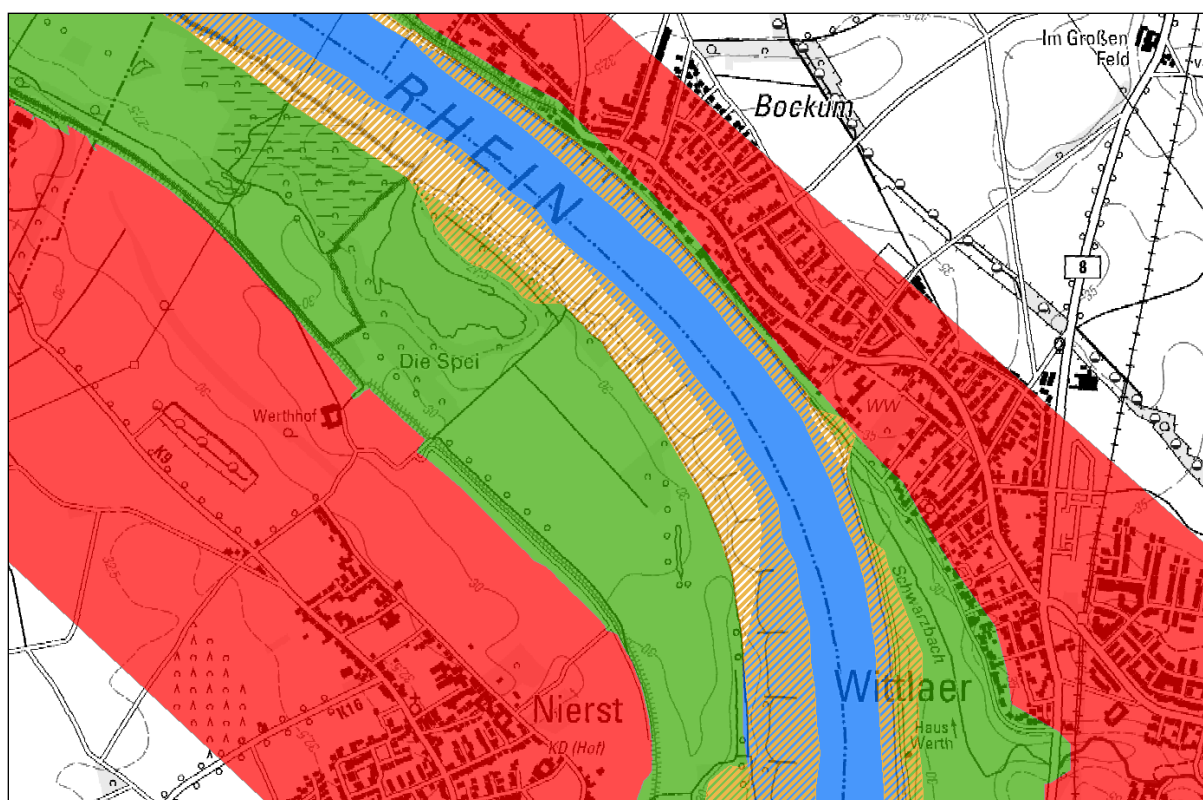


Abbildung 2.2: Bearbeitungsgebiet im Binnenbereich. Potenzielle Überschwemmungsfläche (Gelände, rot, hier generalisiert), abflusswirksamer Bereich (Gelände, grün), Wasserwechselzone (schraffiert), Gewässerbett (blau)

Die Angaben zum Gesamtbearbeitungsgebiet im Binnenbereich sind vom Grundsatz auf den Küstenbereich übertragbar.

2.5 Standardformate

Das Produkt DGM-W ist in den nachfolgenden Formaten bereitzustellen. Jedem Produkt ist eine Metadaten-datei gemäß WSV-3DTOP (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente, WSV-3DTOP) beizufügen.

2.5.1 Modell A

1 m-Quadratgitter, gemäß Abschnitt 2.1:

- Produktbezeichnung: DGMWA1
- Liefereinheit: kachelweise gemäß Vorgaben
- Datei-Formate: ESRI ASCII-Grid und ASCII xyz
- Datei-Benennung: DGMWA1_<Kachelname>.asc bzw. xyz
- Projektionsdatei: DGMWA1_<Kachelname>.prj

2.5.2 Modell B

irreguläres hybrides und ausgedünntes TIN, gemäß Abschnitt 2.1:

- Produktbezeichnung: DGMWBTIN
- Liefereinheit: kachelweise oder in zu vereinbarende Abschnitten*
- Formate: AVS-UCD (s. Referenzierte Dokumente AVS-UCD) und 3D-DXF
- Datei-Benennung: DGMWBTIN_<Abschnitt>.inp bzw. dxf
- Projektionsdatei: DGMWBTIN_<Abschnitt>.prj

* Eine optimale Größe für Abschnitte enthält ca. 1 Mio. Punkte (Speicherplatzabhängig)

2.5.3 3D-Strukturkanten

Bruch- und Bauwerkskanten, gemäß Abschnitt 2.1:

- Produktbezeichnung: 3DKanten
- Liefereinheit: kachelweise oder in zu vereinbarenden Abschnitten
- Format: ESRI 3D-Shape** (PolylineZ) mit Attributen
- Datei-Benennung: 3DKanten_<Kachel bzw. Abschnitt>.shp

2.5.4 Datenquellen

Abgrenzungspolygone der verwendeten Datenquellen, gemäß Abschnitt 7.10:

- Produktbezeichnung: DGMWQUEL
- Liefereinheit: kachelweise oder in zu vereinbarenden Abschnitten
- Format: ESRI 2D-Shape** (Polygon) mit Attributen
- Datei-Benennung: DGMWQUEL_< Kachel bzw. Abschnitt >.shp

2.5.5 Profile (Zusatzprodukt)

Abgeleitete Querprofile auf Basis von Modell B, gemäß Abschnitt 8:

- Produktbezeichnung: DGMWPROF

- Liefereinheit: stationsweise Einzelprofile
- Format: WSV W80 bzw. W130
- Datei-Benennung: DGMWPROF_<Station>.txt

Sonstige Zusatzprodukte (s. Abschnitt 2.2) sind projektabhängig, bedarfsorientiert und nur in Verbindung mit gesonderten Vereinbarungen herzustellen.

**** ESRI Shape-Dateien sind immer vollständig bereitzustellen (*.dbf, *.prj, *.shp, *.shx)**

2.6 Kachelung

Das Basisprodukt DGMWA1 ist in einer 1 km x 1 km Kachelung bereitzustellen, wodurch 1 Mio. Stützpunkte abgebildet werden.

Nachfolgend eine Zusammenstellung weiterer Standardkachelungen:

Tabelle 2.1: Kachelungen von Quadratgittermodellen

Produkt	Gitterab- stand	Kachelung	Anzahl Stütz- punkte
DGMWA05	50 cm	500 m x 500 m	1 Mio.
DGMWA1	1 m	1 km x 1 km	1 Mio.
DGMWA2	2 m	2 km x 2 km	1 Mio.
DGMWA5	5 m	2 km x 2 km	160.000

Andere und weitere Kachelungen können in Leistungsbeschreibungen vorgegeben sein.

3 DGM-W-Prozessübersicht

Im Kontext mit der DGM-W-Erstellung/-Aktualisierung ist eine Vielzahl von Teilprozessen auszuführen. Die folgende Abbildung 3.1 beschreibt die wesentlichen Prozesskomponenten in allgemeiner Form.

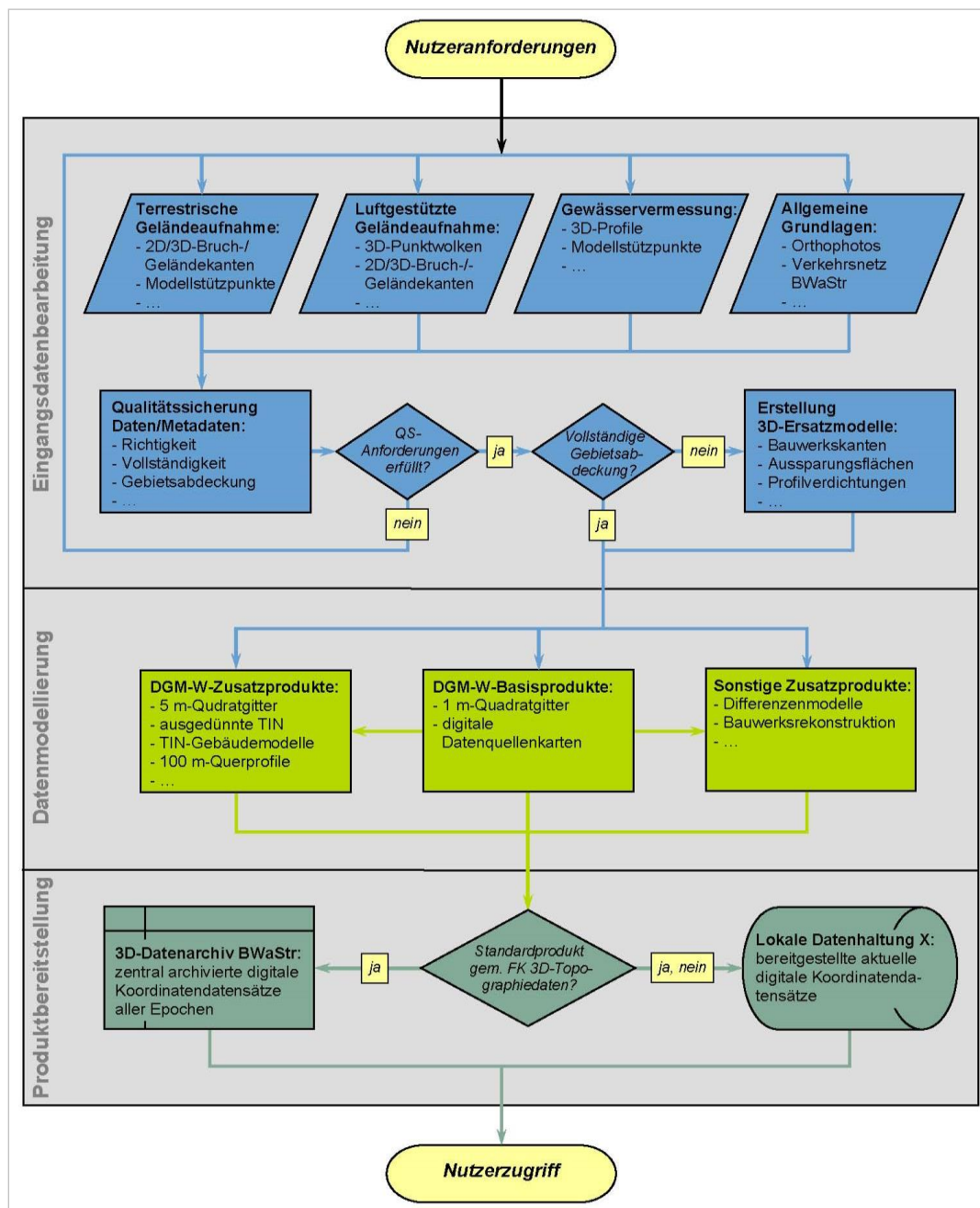


Abbildung 3.1: Prozessübersicht

4 Übergeordnete Leistungsmerkmale

Im Zusammenhang mit DGM-W-Modellierung sind die nachfolgend beschriebenen standardisierten Leistungen zu erbringen. Weitere Präzisierungen sind der jeweiligen auftragsbezogenen Leistungsbeschreibung zu entnehmen und vorrangig zu erbringen.

4.1 AG/AN-Besprechungen

Bedarfsorientierte Besprechungen (AG/AN-Besprechung) zwischen AG und AN dienen der weiteren Abstimmung bei nicht explizit festgelegten Vorgehensweisen oder Unklarheiten. Die Resultate werden in einer gemeinsamen und damit anerkannten Ergebnisniederschrift festgehalten und sind dann Grundlage für weitere Bearbeitungen.

Zu Beginn der Bearbeitungen sind zwischen AG und AN mindestens

- die Eingangsdatenuntersuchung,
- die eigentliche Modellierung und
- das Füllen von Datenlücken

abzustimmen. Dazu soll der AN mindestens 1 Woche vor Beginn der 1. AG/AN-Besprechung einen Vorschlag zur Vorgehensweise an den AG übergeben.

4.2 Rahmenanforderungen

4.2.1 Bearbeitungsablaufplanung (BAP)

Frühzeitig, unmittelbar nach Auftragserteilung ist dem AG vom AN ein 1. Vorschlag für die Bearbeitungsablaufplanung vorzulegen. Der BAP soll einen Zeitplan mit Datum für Beginn und Ende folgender Bearbeitungen enthalten:

- QS der Eingangsdaten (gemäß Abschnitt 5),
- Datenaufbereitung (gemäß Abschnitt 6), unter der Annahme, dass die Daten größtenteils geeignet und fehlerfrei sind,
- Erstellung von Ersatzmodellen (gemäß Abschnitt 7.8.4),
- DGM-W-Modellierung (gemäß Abschnitt 7),
- Schlusslieferung und Abschlussbericht (gemäß Abschnitt 9).

Der Bearbeitungsablaufplan ist seitens des AN in Abstimmung mit dem AG grundsätzlich entsprechend dem Bearbeitungsfortschritt, mindestens monatlich fortzuführen.

4.2.2 Qualitätssicherung der Eingangsdaten (AN-QS)

Frühzeitig, unmittelbar nach Auftragserteilung, ist dem AG vom AN ein durchgängiges AN-QS-Konzept (QSP) bzgl. der Eingangsdaten zu unterbreiten und abzustimmen. Die dort dargelegten QS-Maßnahmen sind vom AN einzuhalten. Das QS-Konzept des AN muss mindestens beinhalten:

- fachlich-technische Umsetzung der auszuführenden Leistungen,
- Sicherstellung von Konstanz und Einheitlichkeit im Arbeitsprozess,
- durchgängige Kontrollen unter Berücksichtigung des Vier-Augen-Prinzips,
- durchgängige Dokumentation und Erbringung aller geforderten Nachweise.

4.2.3 Datensicherung

Frühzeitig, mit Beginn des Ausführungszeitraum ist dem AG vom AN ein Datensicherungsplan (DSP) vorzulegen und abzustimmen. Der Datensicherungsplan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

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

Die tatsächlich erfolgten Datensicherungen sind in geeigneter Form nachzuweisen. Nach Abnahme aller Ergebnisse durch den AG sind alle beim AN verwendete Daten für einen Zeitraum von drei Jahren gesichert vorzuhalten.

4.3 Fachanforderungen

Im Produkt DGM-W werden diverse Eingangsdaten in wesentlichen Teilen zusammengeführt und gemeinsam modelliert.

4.3.1 Leistungsphasen (LP)

Zur Erzeugung eines DGM-W können Eingangsdaten gemäß Abschnitt 5 in unterschiedlichen Ausprägungen, Bezugssystemen sowie Genauigkeitsstufen vorliegen. Die Modellierung soll deshalb in mehreren Leistungsphasen erfolgen.

In einer ersten Leistungsphase (LP 1) ist ein charakteristischer Wasserlaufabschnitt von mindestens 5 km (oder 5 km², ggf. bis 20 km² großer Flächenabschnitt in Küstenbereichen) vollständig zu bearbeiten. In diesem Zusammenhang ist das fachliche Vorgehen einschließlich des Softwareeinsatzes in einer AG/AN-Besprechung abzustimmen. Die Bearbeitung und die Ergebnisse sind seitens des AN in einem Technischen Zwischenbericht gemäß Abschnitt 4.4.1 zu dokumentieren und zu liefern.

Die zweite Leistungsphase (LP 2) wird erst nach erfolgreicher Bearbeitung der LP 1 beauftragt. Die weiteren Bearbeitungen sind entsprechend dem Technischen Zwischenbericht vorzunehmen.

4.3.2 Wasserstände

Grundsätzlich sind bei Datenerfassungen für Modellierungen folgende Wasserstände einzuhalten, s. Abbildung 2.2:

- Gelände, i.d.R. durch Befliegung: möglichst bei Niedrigwasser, max. bei Mittelwasser,
- Gewässerbett, i.d.R. durch Fächerlotaufnahme: möglichst bei Hochwasser, min. bei erhöhtem Mittelwasser,
- Wasserwechselzone: Sicherstellung des Lückenschlusses zwischen Gelände und Gewässerbett.

Konkrete Anforderungen und Vorgaben sind der jeweiligen Leistungsbeschreibung zu entnehmen.

4.3.3 Datenalter

Sofern keine relevanten baulichen Veränderungen erfolgten, ist das max. Datenalter:

- Gelände: 10 Jahre, Vorlandgelände Küste: 6 Jahre
- Wasserwechselzone, trockenfallende Wattflächen: objektspezifisch, abhängig von der Ausprägung der morphologischen Veränderungen,
- Gewässerbett, nicht trockenfallende Wattflächen: wie vor.

4.3.4 Binnengewässer und Küstenabschnitte

Grundsätzlich ist zwischen den Modellierungen eines DGM-W bei (Binnen-)Flussläufen und tidebeeinflussten Küstengewässern zu unterscheiden.

Die Art der Eingangsdaten und auch die Datendichte können dort sehr unterschiedlich vorliegen. Reihenfolge und Datenverwendung sind im Vorfeld der Bearbeitung der LP 1 dahingehend vorab zwischen AG und AN abzustimmen.

Die Flächen der LP 1 werden dementsprechend ortsbezogen vom AG festgelegt. Ausdehnung und Größe können variieren.

4.3.5 Bereitstellung der Produkte

Die Modelle sind entsprechend den Genauigkeiten der Eingangsdaten der Vorländer, der Wasserwechselzonen und des Gewässerbettes „in einem Guss“ zu modellieren und als Produkte gemäß den Abschnitten 2.1 und 2.5 bereitzustellen.

Die Bereitstellung der Basisprodukte umfasst auch die Produkte DGMWQUEL (Datenquellen, s. Abschnitte 2.5.4 und 7.11) und 3DKanten (3D-Strukturkanten, s. Abschnitte 2.5.3 und 6.4).

4.3.6 Modellvarianten und Zusatzprodukte

Neben den Basisprodukten sind auf gesonderte Anforderung Varianten zu modellieren oder Zusatzprodukte abzuleiten. Nachfolgend eine Auswahl möglicher Produkte:

Modell A(n):

- Quadratgittermodell wie Modell A, aber mit (n) m-Auflösung,

Modell B1:

TIN wie Modell B, aber Delaunay-Vermaschung der Rasterdaten entsprechend Modell A, nicht ausgedünnt, unter Einbeziehung bei der TIN-Prozessierung von

- hydraulisch relevanten 3D-Strukturkanten (Bruch- und Geländekanten, Buhnen, Parallelwerken und Sohlschwellen, Brückenpfeiler und -fundamenten, Wehren, Schleusen, Durchlassbauwerken, etc.),
- unter hydraulischen Gesichtspunkten höhenmäßig angepassten, stehenden Gewässern (Fläche ≥ 1 ha), Häfen, Nebengewässern etc. und
- Gebäuden, als Körper modelliert.

Bei diesem Modell wird jede Fläche durch eine Dreiecksfläche repräsentiert. Es gibt keine Lücken. Sofern nicht alle für ein geschlossenes Modell benötigten Ausgangsdaten vorliegen, sind diese Flächen auszugrenzen und nicht durch Interpolation zu schließen. Gebäude sind als Pyramidenstumpf enthalten (s. Abschnitt 6.8).

Differenzenmodell:

- Quadratgittermodell wie Modell A,
- Differenz von zwei Quadratgittermodellen.

Abgeleitete (Quer-)Profile:

- Detaillierte Informationen s. Abschnitt 8.
-

4.4 Berichte und Qualitätsnachweise

4.4.1 Berichte

Den Bearbeitungen sind detaillierte technische Berichte oder Teilberichte mit konkreten Fallbeispielen zur Ausführung beizufügen und zu liefern (s. Abschnitt 9).

4.4.2 Qualitätsnachweise

Grundsätzlich sind alle Arbeiten qualitätsgesichert durchzuführen und mit aussagefähigen QS-Nachweisen zu dokumentieren. Diese sind für alle relevanten Arbeiten und alle gelieferten Produkte in ausreichender Form dem AG zu übergeben.

Die QS-Maßnahmen und -Nachweise der Modellierungen umfassen mindestens:

- Nachweis der Vollständigkeit: Die lückenlose und vollständige Abdeckung von Daten und DGM-W innerhalb der vorgegebenen Gebietsfläche ist nachzuweisen. Die erfolgte Prüfung ist durch entsprechende Unterlagen zu dokumentieren und zu bestätigen.
- Nachweis der Plausibilität: Für die Resultate der Modellierungen (Produkte) sind Plausibilitätsprüfungen durchzuführen und das Verfahren sowie die Ergebnisse zu erläutern.
- Hinweise auf Problemstellen: Stellvertretend für den Gesamtdatensatz der Modellierungen (Produkte) sind mindestens 5 exemplarische Beispiele auszuwählen. Anhand dieser Unterlagen ist zu dokumentieren, welche Probleme aufgetreten sind, wie diese modelliert wurden und welche Restunsicherheiten im Datensatz verbleiben.

4.5 Lieferungen und Datensicherung

Jeder Lieferung von Produkten und Ergebnisdaten ist eine Zusammenstellung der Lieferdaten (bzgl. Produkt, Anzahl Dateien, Formate, Datenart, etc.) in Form eines Inhaltsverzeichnisses beizufügen.

Vorgaben des AG sowie sonstige Vereinbarungen aus AG/AN-Besprechungen sind ggf. zu berücksichtigen.

Alle für die Modellierungsberechnung verwendeten Datensätze sind beim AN für evtl. Rückfragen oder Korrekturberechnungen (s. auch Abschnitt 4.2.3) zu sichern. Die erfolgte Datensicherung ist zu bestätigen und in einem Sicherungsprotokoll nachzuweisen.

5 Eingangsdatenuntersuchung (AN-QS)

Im Vorfeld der DGM-W-Modellierung sind alle Eingangsdaten, d.h. Daten gemäß den Abschnitten 5.1 bis 5.8 sowie deren Metadaten (min. gemäß des OGC-Standards) zu sichten und hinsichtlich ihrer vorgesehenen Nutzung zu analysieren. Die Resultate sind zusammenfassend in tabellarischer Form und visuell aufbereitet darzustellen (s. Abschnitt 5.11) und zusammen mit einem Bericht (s. Abschnitt 5.10) zu liefern.

Bei der Qualitätskontrolle der Datensätze ist die Prüfung und Einhaltung der folgenden Eigenschaften hinsichtlich der Eignungskriterien zu dokumentieren:

- plausibilisiert und georeferenziert,
- qualitätsgesichert mit/ohne Nachweis,
- vorhandene Auflösung,
- Aktualität/Alter der Daten,
- Flächenabdeckung,
- Vollständigkeit der Datensätze,
- Genauigkeit(en),
- Redundanzen,
- Lücken, Artefakte und sonstige Auffälligkeiten.

Folgende Angaben sind zu jedem Datensatz zu erfassen:

- Eingangsdatum
- Datensatzname (Dateiname),
- Eignung (Lesbarkeit, Vollständigkeit, Metadaten, etc.),
- Datengruppe (terrestrische Datenerfassung, ALS-Daten, Luftbild-Befliegung, Gewässervermessung),
- Datenart (ALS-Klassifizierung, Matching-Messpunkte, Flächenpeilung, Linienpeilung, Multimodell, Strukturkante, etc.; ggf. mit weiteren Differenzierungen, z.B. nach Punktdichten oder Peilfrequenzen),
- Bezugskoordinatensysteme in Lage und Höhe (sofern abweichend von den Basisreferenzsystemen),
- Datenalter bzw. Erfassungsdatum (ggf. von bis),
- Erzeuger bzw. Erfasser,
- Hinweis bei Redundanz,
- Sonstiges.

Die erhaltenen Eingangsdaten sind gemäß Abschnitt 4.2.3 zu sichern. Während der AN-QS festgestellte gravierende Mängel oder offensichtlich fehlende Daten sind umgehend dem AG mitzuteilen. Vorschläge einer möglichen Mängelbeseitigung sind aufzuzeigen. Zum Vorgehen bei festgestellten Datenlücken s. Abschnitt 5.7.

Ggf. darüberhinausgehende Anforderungen oder Abweichungen zu den vorgenannten Vorgaben sind frühzeitig zwischen dem/den AG/Bedarfsträgern und dem/den Ausführenden der Produkterstellung abzustimmen

5.1 Terrestrisch erfasste Daten

Sofern nicht anderweitig, z.B. in einer Leistungsbeschreibung vorgegeben, müssen terrestrisch erfasste Daten für die DGM-W-Modellierung mindestens den nachfolgend genannten Anforderungen genügen.

5.1.1 3D-Messpunkte

Terrestrische 3D-Messpunkte als regelmäßig und/oder unregelmäßig verteilte Punktwolken:

- Binnen:
vier Punkte pro m², Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$ und $U_H \leq 15 \text{ cm}$, klassifiziert, qualitätsgesichert.
- Küste:
wie vor.

Zum Qualitätsnachweis sind die Anforderungen des AdV-Standards für 3D-Messdaten in der jeweiligen aktuellen Fassung (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente) entsprechend einzuhalten.

5.1.2 3D-Querprofilpunkte

3D-Querprofilpunkte der Wasserwechselzone und des Geländes:

- Binnen:
100 m-Profilabstand, alle signifikanten Objektpunkte (min. bei jedem Neigungswechsel), Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$, $U_H \leq 15 \text{ cm}$, qualitätsgesichert,
- Küste:
wie vor.

Zum Qualitätsnachweis ist der aktuelle Stand der Technik einzuhalten.

5.1.3 2D/3D-Strukturkanten

3D-Strukturkanten¹ zur Beschreibung „scharfer“ abflusswirksamer Oberflächenkanten:

¹ Strukturkanten i.S. dieses Dokumentes sind eindeutig identifizierbare Bruch- und Geländekanten, die in die DGM-W-Modellierung eingehen. Entsprechend sind Formlinien hier zu vernachlässigen, auch wenn sie gesondert für die hydrodynamisch-numerische Modellierung benötigt werden.

- Binnen:
alle signifikanten Objektpunkte, min. 1 Punkt pro 25 m Linie, Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 10 \text{ cm}$ und $U_H \leq 15 \text{ cm}$, qualitätsgesichert,
- Küste:
wie vor.

Sofern nur 2D-Strukturkanten vorliegen (z.B. bei Spundwänden), sind diese bedarfsgerecht 3D aufzuarbeiten. Die vorgenannten Anforderungen gelten entsprechend.

Zum Qualitätsnachweis ist der aktuelle Stand der Technik einzuhalten.

5.2 Luftgestützt erfasste Daten

Sofern nicht anderweitig, z.B. in einer Leistungsbeschreibung vorgegeben, müssen luftgestützt erfasste Daten für die DGM-W-Modellierung mindestens den nachfolgend genannten Kriterien und Anforderungen genügen.

5.2.1 ALS-Messpunkte

ALS-Messpunkte als unregelmäßig verteilte Punktwolken:

- Binnen:
vier Punkte pro m^2 , Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$ und $U_H \leq 15 \text{ cm}$, klassifiziert (s. Abschnitt 6.3.1), qualitätsgesichert,
- Küste:
wie vor.

Zum Qualitätsnachweis sind die Anforderungen des AdV-Standards für 3D-Messdaten in der jeweiligen aktuellen Fassung (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente) entsprechend einzuhalten.

5.2.2 DIM-Messpunkte

DIM-Messpunkte als regelmäßig verteilte Punktwolke:

- Binnen:
25 cm-Rasterpunkte (16 Punkte pro m^2), Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$, $U_H \leq 15 \text{ cm}$, abgeleitet auf der Basis von orientierten Luftbildern (GSD = 10 cm, min. Überdeckung: 80% längs, 50% quer) klassifiziert, qualitätsgesichert,
- Küste:
aktuell nicht zugelassen.

Zum Qualitätsnachweis sind die Anforderungen des AdV-Standards für 3D-Messdaten in der jeweiligen aktuellen Fassung (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente) entsprechend einzuhalten.

5.2.3 2D/3D-Strukturkanten

Für 3D-Strukturkanten abgeleitet aus Bilddaten ist nach Abschnitt 5.1.3 zu verfahren.

5.3 Daten der Gewässervermessung

Sofern nicht anderweitig, z.B. in einer Leistungsbeschreibung vorgegeben, müssen Daten der Gewässervermessung für die DGM-W-Modellierung mindestens den nachfolgend genannten Kriterien und Anforderungen genügen.

5.3.1 3D-Stützpunkte eines Modells

- Binnen:
1 m-Quadratgitter, qualitätsgesichert,
- Küste:
2 m-Quadratgitter (oder Multimodelle mit unterschiedlichen Stützpunktständen), qualitätsgesichert.

Zum Qualitätsnachweis sind alle *aQua*-Vorgaben (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente) in der jeweiligen aktuellen Fassung einzuhalten.

5.3.2 3D-Profilpunkte

3D-Querprofilpunkte des Gewässerbettes und der Wasserwechselzone:

- Binnen:
Querprofile:
100 m-Profilabstand, lagemäßig ausgerichtet nach morphologischen Gesichtspunkten,
Längsprofile:
mindestens 1 Profil zum Nachweis aller relevanten morphologischen Strukturen (z.B. Kolke), alle signifikanten Objektpunkte, mindestens bei jedem Neigungswechsel, Punktgenauigkeit: $U_y = U_x \leq 30 \text{ cm}$, $U_H \leq 15 \text{ cm}$, qualitätsgesichert,
- Küste:
Querprofile:
100 m-Profilabstand, lagemäßig ausgerichtet nach morphologischen Gesichtspunkten,
Längsprofile:
mindestens 1 Profil bei Gewässerbettenden zum Nachweis aller relevanten morphologischen Strukturen (z.B. Riffel), alle signifikanten Objektpunkte (mindestens bei jedem Neigungswechsel),

Punktgenauigkeit¹: $U_y = U_x \leq 2 \text{ m}$, $U_H \leq \sqrt{(0.25\text{m})^2 + (0,0075 \times \text{Wassertiefe})^2}$, qualitätsgesichert.

Im Küstenbereich ist sicherzustellen, dass die benötigten Prielstrukturlinien repräsentativ erfasst wurden. Dazu sind ggf. Ergänzungserfassungen erforderlich.

Zum Qualitätsnachweis sind alle *aQ*ua-Vorgaben (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente) in der jeweiligen aktuellen Fassung einzuhalten.

5.4 Sonstige Punkt- und Geometriedaten

Für aus anderen Quellen vorliegende Punkt- oder Geometriedatensätze (z.B. DBWK2 3D-Daten) sind die Vorgaben der Abschnitte 5.1, 5.2 und 5.3 in vergleichbarer Weise anzuwenden. Dies betrifft insbesondere die Punktgenauigkeiten von Einzelpunkten oder einzelnen Stützpunkten in Geometrien.

5.5 Sonstige Grundlagendaten

Grundlagendaten wie Digitale Orthophotos, DBWK2-Daten (2D) und dgl., dienen nur zur Orientierung und gehen nicht direkt in die DGM-W-Modellierung ein. Hier ist von der Einhaltung des aktuellen Standes der Technik auszugehen, d.h. es bedarf keiner besonderen Nachweise einer QS.

5.6 Datenumringe

Für jeden einzelnen Datensatz sind Umringspolygone zu erstellen und gemäß Abschnitt 5.11 zu liefern. Eine Verwendung als Datenabgrenzung für die Modellierung und die Erstellung der Datenquellen gemäß Abschnitt 7.11 sind anzustreben.

5.7 Datenlücken

Nach der Eingangsdatenbearbeitung festgestellte Datenlücken sind grafisch aufzubereiten und gemäß Abschnitt 5.11 bereitzustellen. Datenlücken sind bei der Modellierung in geeigneter Weise zu füllen, s. Abschnitt 7.8. Dies ist frühzeitig gemäß Abschnitt 4.1 abzustimmen.

¹ hier gem.: [IHO Standards for Hydrographic Surveys, S-44, 6th Edition, 03/2020](#)

5.8 Redundante Daten

In Überlappungsbereichen von Datensätzen müssen Flächen mit redundanten Daten detektiert und für die Modellierung markiert werden. Dazu sind Genauigkeitsbetrachtungen durchzuführen und diese gemäß Abschnitt 5.11 zu dokumentieren.

Hierarchien und Prioritäten zur Verwendung der Daten bei der Modellierung sind frühzeitig gemäß Abschnitt 4.1 abzustimmen.

5.9 Wasseroberflächen

Im DGM-W werden Wasseroberflächen nicht wiedergegeben. Stattdessen wird die Gewässersohle modelliert. Für alle Eingangsdaten ist deshalb durch Überprüfung sicherzustellen, dass sie keine Daten der Wasseroberflächen enthalten. Wasseroberflächendaten sind durch geeignete Verfahren, wie z.B. eine Wasser-Land-Grenzen-Ermittlung (s. Abschnitt 6.5), aus den Eingangsdaten zu entfernen.

5.10 Technischer Teilbericht

Die Eingangsdatenbearbeitung einschließlich des Nachweises aller vorgenannten QS-Maßnahmen ist in einem technischen Teilbericht gemäß den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 zu dokumentieren und zu liefern (s. Abschnitt 9).

5.11 Resultate und Ergebnisse

Als Ergebnisse der Eingangsdatenbearbeitung sind zu liefern:

- Flächenhafte Ausdehnungen der einzelnen Eingangsdatensätze, dargestellt durch Umringspolygone. Die Informationen/Metadaten aus den Datensätzen sind als Attribute beizufügen (die eindeutige Identifikation jedes Datensatzes ist ausreichend).
- Fehlende Bereiche bzw. relevante und größere Datenlücken sind hervorzuheben (Attribut Datenlücke).
- Vollständige Informationen zu allen Datensätzen, tabellarisch und datensatzbezogen zusammengestellt.

Formate: Shape: ESRI 2D-Shape (Polygon) und *.pdf,
 Tabelle: Excel *.xlsx und *.pdf.

6 Datenaufbereitung

Die Eingangsdaten (s. Abschnitt 5) sind für die Modellierung aufzubereiten. Das grundsätzliche Vorgehen ist:

- Abstimmung des geplanten fachlichen Vorgehens einschließlich des Softwareeinsatzes mit dem AG,
- Datenbearbeitung und -aufbereitung, Qualitätssicherung,
- Nachweis aller Bearbeitungen und QS-Maßnahmen in einem technischen Teilbericht und
- Lieferung und Datensicherung (s. Abschnitt 4.5).

6.1 Transformation in Basissysteme

Daten, die nicht in den Basissystemen vorliegen, sind für die Modellierung in diese zu überführen (s. Abschnitt 2.3).

6.2 Messdaten am Rand des Gebietes

Daten außerhalb der Gebietsgrenzen sind bei der Modellierung zu berücksichtigen (s. Abschnitt 7.4) und dementsprechend in ausreichendem Maße mit aufzuarbeiten.

6.3 Punktwolken und Einzelpunkte

6.3.1 Klassifizierte Punkte

Für die Modellbildung sind als Eingangsdaten nur Geländepunkte aus klassifizierten Punktwolken (s. Abschnitte 5.1, 5.2) zu verwenden. Dazu zählen

- Bodenpunkte,
- Punkte auf (Wasser-)Bauwerken,
- Boden-Punkte in trocken gefallen Gewässerbereichen.

Bei Brücken sind ggf. klassifizierte Pfeilerpunkte bei der Erstellung von Bauwerks-Geometrien der Brückenpfeiler zu nutzen.

6.3.2 Strukturkantenableitung

Automatische Ableitungen von Strukturkanten des Geländes und/oder der Bauwerke auf Basis der ALS- oder DIM-Daten werden bei Verlangen durch den AG/Bedarfsträger gesondert beauftragt.

6.3.3 Flächenlotungen, Fächerlotungen

Die zu verwendenden Punktdaten müssen den Bedingungen (s. Abschnitt 5.3.1) genügen.

6.3.4 Querprofile, Längsprofile, Linienlotungen

Gemäß Abschnitt 5.3.2

6.4 3D-Strukturkanten

Bruch-, und Geländekanten sind als Linien insbesondere bzgl. Ihrer 3D-Geometrien und im Hinblick auf die Nachbarschaft zu anderen Daten für die Modellierung aufzubereiten.

6.4.1 DGM-relevante Strukturkanten

Linien- und Linienpunkte (s. Abschnitte 5.1.1 und 5.1.3) sind zu plausibilisieren, zu validieren und ggf. zu korrigieren. Dabei sind Datenabgleiche und Anpassungen zu umgebenden Daten erforderlich. Folgende Bedingungen sind zu gewährleisten:

- korrekte 3D-Daten, ggf. aufbereitet aus 2D-Daten unter Berücksichtigung der Umgebungsdaten,
- Lageidentische Punkte dürfen keine unterschiedlichen Höhen besitzen (2,5D Grundsatz, s. Abschnitt 6.4.2.). Duplikate sind grundsätzlich zu löschen,
- keine sich schneidende Linien ohne gemeinsamen Schnittpunkt (keine schleifende Schnitte. Beim Schneiden zweier Linien ist die Bildung eines in Lage und Höhe identischen Schnittpunktes erforderlich),
- Plausibilität der Höhenwerte (keine „Ausreißer“),
- keine Kollision/kein Konflikt mit Kanten und Punkten anderer Datensätze,
- keine doppelten Linien oder Linienteile und
- keine Widersprüche zu benachbarten Daten insbesondere im Verlauf von Brücken und Unterführungen, etc.

6.4.2 Vertikale Flächen

Vertikale Flächen können im DGM-W nicht abgebildet werden (2,5D) und müssen durch eine leicht nach „innen“ geneigte Fläche approximiert werden. Dabei ist ein Punkt- und Linienabstand von 5–10 cm einzuhalten. Weil die Produkte mit cm-Genauigkeit ausgegeben werden, sind Mindest-Punktabstände von 3 cm anzustreben. Dieses Prinzip ist bei allen vertikalen Flächen (z.B. Mauern, Kaimauern, Brückenwiderlagern, usw.) einzuhalten und mit dem AG abzustimmen.

6.5 Wasser-Land-Grenzen (WLG)

Geometrien von Wasser-Land-Grenzen sind nur in Ausnahmefällen bei der Modellierung zu verwenden. Sie repräsentieren primär die Abgrenzung zwischen Punkten auf Wasseroberflä-

chen und Punkten auf trockenen Bodenflächen bzw. sonstigen Flächen und dienen als Hilfsmittel zur Klassifizierung der Punktwolken.

Wasser-Land-Grenzen sollen stets die Landflächen umschließen. Darin enthaltene Wasserflächen sind als Inseln auszusparen.

Sofern eine Erstellung von WLG'n erforderlich wird (s. Abschnitt 5.9), sind diese wie folgt zu generieren:

- qualitätsgesichert auf Basis der erfassten Punktdaten,
- als Polygonflächen mit Berücksichtigung ggf. eingeschlossener Inseln,
- flugstreifenweise getrennt, sofern unterschiedliche Wasserstände vorliegen,
- zu plausibilisieren und geometrisch aufzubereiten,
- mit Punktabständen auf der WLG-Linie, abhängig von der Krümmung der Linienzüge (≥ 0.5 m in stark gekrümmten Bereichen),
- Format: ESRI 2D-Shape (Polygon)

Sofern nicht anderweitig vorgegeben, sind nachfolgende Vorgehensweisen und Bedingungen einzuhalten (s. auch Abschnitt 7.8.6):

- wasserseitig eines Deiches liegende Wasserflächen, wie Teiche und Gräben, werden bei der Erstellung der WLG'n berücksichtigt, sofern sie eine Mindestbreite von 5 m oder eine Mindestfläche von 1000 m² aufweisen,
- landseitig eines Deiches liegende Wasserflächen sind erst bei einer Breite > 8 m und einer Fläche von > 1 ha zu berücksichtigen,
- hydraulisch nicht relevante, landseitig liegende Wasserflächen bleiben unberücksichtigt,
- die Lageverläufe der WLG'n sind insbesondere an Bauwerken und in bebauten Bereichen zu verifizieren,
- die Lageverläufe der WLG'n bei Datenlücken und/oder überhängender Vegetation sind zu verifizieren.

Bei Unklarheiten ist das detaillierte Vorgehen zwischen dem/den AG/Bedarfsträgern und dem/den Ausführenden der Produkterstellung abzustimmen.

6.6 DBWK2

Sofern entsprechende Daten vorliegen und verwendet werden sollen, sind sie für die Modellierung aufzubereiten (s. Abschnitte 6.1, 6.2, 6.4.1).

6.7 Bühnen- und Bauwerksinformationen

Sofern entsprechende Daten vorliegen und verwendet werden sollen, sind sie für die Modellierung aufzubereiten (s. Abschnitte 6.1, 6.2, 6.4.1).

6.8 Gebäudedaten

Sofern Gebäude im Modell darzustellen sind, ist eine Aufbereitung der Eingangsdaten (3D-/2D-Vektordaten, Einzelpunkte, Punktwolken, etc.) erforderlich (s. Abschnitte 5.1.3, 6.1, 6.2, 6.4.1).

Die Zieldarstellungen der Gebäude im Modell sind zu berücksichtigen. Das detaillierte Vorgehen ist frühzeitig gemäß Abschnitt 4.1 abzustimmen.

Ein Datenabgleich und ggf. Anpassungen zu umgebenden Daten sind durchzuführen. Geometrie- und Rasterdaten sind auch hinsichtlich ihrer Aktualität zu/mit umgebenden Datensätzen abzugleichen (falsche, fehlende oder nicht mehr vorhandene Geometrien).

6.8.1 Geometrien und Größenvorgaben

Sofern nicht anders festgelegt sind Gebäude erst mit einer Grundfläche > 10 m² im Modell abzubilden und durch mindestens zwei geschlossene 3D-Kantenpolygone (Grundriss- und Dachfläche) als Pyramidenstumpf darzustellen. Die Grundfläche ist beizubehalten und die Dachfläche um einen vorzuziehenden Betrag (5-10 cm) nach Lage gegenüber der Grundfläche zu verjüngen.

6.9 Aufbereitung redundanter Daten

Nach Abstimmung zum Vorgehen bei redundanten Datensätzen sind diese ggf. für eine Modellierung aufzubereiten. Dazu sind die Umringspolygone gemäß Abschnitt 5.6 auch im Hinblick zur Erstellung des Datenquellenshapes (s. Abschnitt 7.11) zu verwenden.

Grundsätzliche Vorgaben bei konkurrierenden Daten s. Abschnitt 7.2.
Vorgehen und verwendete Auswahl sind im Bericht zu beschreiben.

6.10 Sonstige Daten

Sofern entsprechende Daten vorliegen und verwendet werden sollen, sind sie für die Modellierung aufzubereiten (s. Abschnitte 6.1 bis 6.4).

6.11 Gebäudedaten

Durchzuführende QS-Maßnahmen sind Datenüberprüfungen und –dokumentationen gemäß Abschnitt 4.4. Dabei ist auch je nach Datensatz zwischen den unterschiedlichen Datenarten zu differenzieren.

6.11.1 Grundsätze zur Validierung und Plausibilisierung

Für Zwecke der Validierung und Plausibilisierung der Daten sowie der Dokumentation sind verschiedene Datenquellen zu nutzen:

- alle zur Verfügung gestellten Daten gemäß Abschnitt 5,
- ggf. zur Verfügung gestellte DOP aus Befliegungen,
- ggf. zur Verfügung gestellte WMS-Dienste und
- sonstige Quellen.

6.11.2 Dokumentation von Datenlücken

Datenlücken können auftreten. Sie sind zu markieren, s. Abschnitt 5.7, und bei der Modellierung zu schließen, s. Abschnitt 7.8.3.

6.11.3 Nachweise zur Datengüte

Mängel in den vorhandenen Daten sollen grundsätzlich in geeigneter Weise (d.h. grafisch als Shape-Datei und beschreibend) dokumentiert werden. Das detaillierte Vorgehen ist frühzeitig zwischen dem AG/Bedarfsträger und dem/den Ausführenden der Produkterstellung abzustimmen. Die Mindestanforderungen sind:

- Nachweis der Prüfung wegen redundanter Daten,
- Nachweis der Prüfungen gemäß Abschnitt 4.4.2 und
- Plausibilitätsprüfung aller verwendeten Daten einschließlich einer Datenbereinigung bzw. Ausschluss fehlerhafter Daten.

6.12 Technischer Teilbericht „Datenaufbereitung“

Alle Ergebnisse einschließlich des Nachweises aller vorgenannten QS-Maßnahmen sind in einem technischen Teilbericht „Datenaufbereitung“ gemäß den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 zu dokumentieren und zu liefern (s. Abschnitt 9).

7 DGM-W-Modellierung

Das geplante fachliche Vorgehen einschließlich des Softwareeinsatzes ist in einer AG/AN-Besprechung abzustimmen. Eine Hierarchie bzw. Priorisierung der Eingangsdaten (z.B. jüngere vor älteren Datensätzen) bei der Verwendung konkurrierender Datensätze ist festzulegen. Grundlage sind die Eingangsdatenbearbeitung gemäß Abschnitt 5 und die Datenaufbereitung gemäß Abschnitt 6. Vorab nicht erkennbare Fragestellungen sind beim Auftreten unverzüglich zwischen AG und AN abzustimmen.

Der grundsätzliche Modellierungsablauf ist:

- Festlegung der Interpolationsverfahren,
- Erstellen von Bauwerks- und Ersatzmodellen für Datenlücken,
- Modellierung aller Datensätze zu einem TIN,
- Erstellung der Produkte Modell A (s. Abschnitt 2.5.1),
- Generierung der Produkte Modell B (s. Abschnitt 2.5.2),
- Nachweise zur Qualitätssicherung,
- Darstellung aller Bearbeitungen und QS-Maßnahmen in einem technischen Bericht und
- Datenlieferung gemäß Abschnitt 4.5.

Die weiteren Details sind in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

7.1 Eingangsdaten

Die ausschließliche Verwendung geprüfter und aufbereiteter Daten, s. Abschnitte 5 und 6, ist sicherzustellen.

7.2 Konkurrierende Datensätze

Die Verwendung redundanter Daten und Interpolationen zwischen diesen sollen bei der Modellierung nicht erfolgen. Stattdessen sind klare Abgrenzungen der einzelnen Datensätze herzustellen und diese in den Datenquellen (s. Abschnitt 7.11) abzubilden.

Ergänzend zur Priorisierung der Datensätze wird festgelegt, dass Daten mit höherer Genauigkeit anstelle von Daten minderer Genauigkeit in der DGM-W-Modellierungsberechnung verwendet werden. Dazu ist die jeweilige Aktualität der Daten mit zu berücksichtigen. Bei gleichem Typ und gleicher Genauigkeit sind neuere Daten den älteren Daten vorzuziehen bzw. ist die Auswahl der Daten auch in Relation zu den umgebenden Daten zu treffen. Die Festlegungen sind anhand von detaillierten und konkreten Beispielen zu dokumentieren.

7.3 Interpolation und Ersatzmodelle

Grundsätzlich ist bei der Modellierung zwischen unterschiedlichen Interpolationsverfahren (lineare Interpolation, gleitendes Mittel, Umgebungsapproximation) und Verwendung von Ersatzmodellen in Bereichen mit Datenlücken zu unterscheiden. Das Verfahren ist abzustimmen.

7.4 Modellierung über den Rand hinaus

Bei der Modellierung sind auch Eingangsdaten über den Gebietsrand hinaus zu verwenden, um Fehlinterpolationen und Extrapolationen am Rand zu vermeiden. Dabei sind sowohl Punkt- als auch Kantendaten einzubeziehen. Der Umfang ist abhängig von der vorhandenen Situation.

7.5 Verwendung Geländepunkte

Geländepunkte (s. Abschnitte 5.1, 5.2) in unmittelbarer Nähe zu Strukturkanten sind zur Vermeidung kleiner und schmaler Dreiecke bei der Modellierung nicht zu verwenden. Der Abstand der Punkte zu Kanten ist abhängig von der Rasterweite. Als Standardvorgabe sollten Punkte im Abstand einer halben Rasterweite ausgeschlossen werden.

7.6 Verwendung Strukturkanten

Bei Verwendung von Strukturkanten sind Genauigkeitsangaben unterschiedlicher Datensätze zu berücksichtigen, die Daten ggf. dahingehend zu untersuchen und die Inhalte ggf. plausibel anzupassen. Beispielsweise sind zu nutzende Bühnen-Strukturkanten hinsichtlich umgebender ALS- und Gewässersohldaten auf Plausibilität zu prüfen (keine Sprünge, homogene Übergänge, etc.) und deren Verwendung in der Modellierung ggf. anzupassen.

Vergleichbares betrifft Ober- und Unterkanten von Kaimauern in Hafenbecken. Bei fehlenden Sohldaten ist eine Abstimmung erforderlich, welche Sohltiefe anzuhalten ist. In deren Abhängigkeit sind Unterkanten von Kaimauern manuell in das DGM-W einzubauen.

Alle verwendeten Strukturkanten sind als 3D-Datensatz gemäß Abschnitt 2.5.3 und 4.5 zu liefern. Den Kanten sind Attribute der verwendeten Datenarten (z.B. Gelände, Schleuse, Wehr, etc.) hinzuzufügen.

Das Verfahren ist anhand von Beispielen im Technischen Bericht zu dokumentieren. Eine flächendeckende Verwendung von Kanten ist anzustreben. Unstimmigkeiten sind mit dem AG abzustimmen.

7.7 Verdichtung von Strukturkantenstützpunkten

Zur Vermeidung sehr langer, spitzer Dreiecke bei der Vermaschung der Daten, sind langgestreckte Strukturkanten mit Stützpunkten zu verdichten. Dazu sind die umgebenden Daten zu berücksichtigen und die Verfahrensweise mit dem AG abzustimmen.

7.8 Behandlung von Datenlücken

Die folgenden Fallbeispiele zeigen Standardverfahren auf, die u.a. zur Schließung und Modellierung von Datenlücken in ausgewählten Bereichen anzuwenden sind. Die tatsächlich eingesetzten Verfahren sind anhand von konkreten Beispielen (mit Abbildungen) im Bericht darzustellen.

7.8.1 Datenlücken Vorland - Gewässerbett

Insbesondere in den Übergangsbereichen zwischen Vorland und Gewässerbett können wegen fehlender Daten Lücken auftreten - oft z.B. als Folge der Bereinigung von ALS-Erfassungen um die Wasseroberflächenpunkte.

Bei der Modellierung sind diese Lücken durch geeignete Methoden (Interpolation, Ersatzmodell) zu schließen. Das Verfahren ist zwischen AG und AN abzustimmen.

Datenlücken sind in den Datenquellen (s. Abschnitt 7.11) als Polygone einzupflegen.

7.8.2 Nebenliegende, verbundene und nicht verbundene Gewässerflächen

Sofern für angeschlossene Gewässerflächen (z.B. Hafenbecken) nicht flächendeckend Gewässerbett-daten vorliegen, sind verbleibende Lücken durch geeignete Interpolationen sowie durch Ersatzmodelle (s. Abschnitt 7.8.4) oder Bauwerksmodelle (s. Abschnitt 7.8.5) zu schließen. Dabei sind insbesondere Begrenzungen wie Spundwände und Kaimauern als künstliche 3D-Kanten (Ober-/Unterkanten) in die Modelle zu integrieren.

Für nicht verbundene Gewässerflächen (z.B. Seen und Teiche mit einer Mindestgröße nach Abschnitt 6.5 sind die Wasserflächen oder Datenlücken ebenfalls durch Modellierung zu schließen. Für diese sind Ersatzmodelle mit künstlichen 3D-Kanten zu erstellen und dabei standardmäßige Böschungsverhältnisse von 1:5 und Tiefen von 2-5 m, abhängig von der Gewässerbreite, anzunehmen.

Bzgl. der Erstellung künstlicher Kanten sind die Vorgaben gemäß Abschnitt 6.4 einzuhalten.

7.8.3 Schließen sonstiger Datenlücken

Die folgenden Verfahren sind bei entsprechenden Datenlücken anzuwenden:

- Datenlücken, z.B. bei ALS-Eingangsdaten vorhandene Lücken in klassifizierten Bodenknoten, sind durch plausible Interpolation zu schließen. Dies betrifft meist Datenlücken von Gebäuden oder temporären Objekten (Fahrzeuge, etc.).
- Bei größeren Flächen ($> 500 \text{ m}^2$) in geneigtem Gelände sind Ersatzmodelle erforderlich. Für Gebäudeflächen sollte horizontal eine „Bodenplatte“ abgebildet werden. Dies gilt auch für Tiefgaragen, die dem umgebenden Bodenniveau anzugleichen sind.
- Unterbrechungen von Ufer- und anderen Strukturkanten sind sinnvoll durch künstliche 3D-Linienzüge (s. Abschnitt 6.4) zu schließen.
- Datenlücken an den Gebietsbegrenzungen sind für korrekte Interpolationen mit geeigneten Daten auch außerhalb des Umrings zu füllen (s. auch Abschnitt 7.4).

Andere und weitere Verfahren sind mit dem AG abzustimmen.

7.8.4 Ersatzmodelle

In bestimmten Bereichen sind Datenlücken durch geeignete, künstliche Teilmodelle, d.h. Ersatzmodelle, zu schließen, wobei die Daten umgebender Bereiche in diese Modelle zu integrieren sind.

Dazu sind künstliche Kanten (s. Abschnitte 5.1.3 und 6.4) oder zusätzliche Punkte für die Interpolation in diese Modelle einzufügen.

7.8.5 Bauwerksmodelle

Bauwerksmodelle sind als spezielle Ersatzmodelle im Fall größerer Wasserbauwerke wie z.B. Schleusen oder Sperrwerke zu erstellen. In diesen Modellen sind die hydraulischen, abflusswirksamen Eigenschaften der Anlagen abzubilden und die Geometrien insbesondere von Kaimauern, Pfeilern und Widerlagern durch künstliche Kanten darzustellen. Die Modelle sind der umgebenden Datensituation anzupassen.

7.8.6 Sonstige Details und Vorgaben

Die Modellierung ist möglichst detailliert durchzuführen. Größere Mauern, Durchfahrten, Unterführungen, Tunnel, Durchlässe, etc. sind zu berücksichtigen und abzubilden.

Sofern in der Leistungsbeschreibung nicht abweichend vorgegeben, sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Bei Brücken ist im Bereich zwischen den Widerlagern die Sohle zu modellieren.
- Unterführungen, größere Durchlässe und Tunnel sind ab einer Mindestbreite von 5 m unter hydraulischen Aspekten zu modellieren. Ggf. sind künstliche Kanten einzuführen.
- Hydraulisch relevante Pfeiler/Fundamente von Brücken sind zu „generalisieren“ und eine Mindestdimension von 2 m x 2 m einzuhalten, ggf. sind künstliche Kanten einzuführen.
- Für Mauern sind Mindestbreiten von 1 m einzuhalten, ggf. sind künstliche Kanten einzuführen.

- Wasserläufe und Gewässerflächen mit einer Mindestgröße nach Abschnitt 6.5 sind durch geeignete Ersatzmodelle darzustellen. Datenlücken in schmalen Wasserläufen sind durch Interpolation zu füllen.

Andere oder weitere Spezifikationen bzgl. Flächengrößen, -breiten oder sonstiger Modellierungsvorgaben sind gemeinsam mit dem AG/Bedarfsträger abzustimmen und im technischen Bericht zu dokumentieren.

7.9 Generierung der Quadratgitter

7.9.1 Randpunkte des Quadratgitters

Ergänzend zu den Abschnitten 2.1 und 2.5.1 ist bei der Generierung der Quadratgitter zu berücksichtigen:

- jede Quadratgitterzelle, deren Stützpunkt sich innerhalb des Bearbeitungspolygons befindet oder dieses berührt, wird abgebildet,
- die Gitterpunkte oder Stützpunkte sind entsprechend mittig in der Gitterzelle zu positionieren.

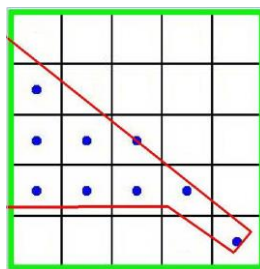


Abbildung 7.1: Gitterpunktpositionen
(Kachelrand, Gitterpunkte innerhalb, Gebietspolygon)

7.9.2 Nachweis der Vollständigkeit

Die lückenlose und vollständige Abdeckung der Produkte zum Modell A innerhalb der vorgegebenen Gebietsflächen ist durch entsprechende Unterlagen nachzuweisen.

7.10 Generierung des TIN

7.10.1 Ausdünnung gemäß den Vorgaben

Die korrekte Einhaltung der Vorgaben zum Ausdünnen (der Stützpunkte) des TIN (s. Abschnitt 2.5.2) ist durch entsprechende Unterlagen nachzuweisen.

7.10.2 Vollständigkeit

Die lückenlose und vollständige Abdeckung der ausgedünnten DGMWBTIN innerhalb der vorgegebenen Gebietsflächen ist durch entsprechende Unterlagen nachzuweisen.

DGMWBTIN in gekachelter Form müssen als äußere Begrenzung den Kachelrand oder das Gebietspolygon als synthetische 3D-Polylinie enthalten.
Benachbarte Kacheln oder aneinander angrenzende Abschnitte müssen identische Punkte auf dem identischen Rand besitzen.

7.10.3 Nachweis korrekter Daten und Strukturen

Bei der Generierung der DGMWBTIN sind folgende Punkte zu gewährleisten:

- alle Dreiecke müssen denselben Drehsinn aufweisen,
- Dreiecks-Duplikate sind unzulässig,
- Punkt-Duplikate mit unterschiedlichen Punktnummern sind unzulässig,
- es darf kein Punkt enthalten sein, der nicht in einem Dreieck existiert und
- keine Fläche im Datensatz darf leer sein, d.h. es muss ein Dreieck vorliegen.

Hinsichtlich des AVS/UCD-Datenformates ist zu beachten:

- alle in den UCD-Dateien enthaltenen Dreieckspunkte müssen auch als Punkt (mit Koordinatentripel) im Datensatz enthalten sein.
- Die Angaben im Header müssen mit der tatsächlichen Anzahl der Punkte und Dreiecke (tri) – sowie ggf. weiterer Elemente wie z.B. Linien – übereinstimmen.

7.11 Datenquellen

Datenquellen in Form von attribuierten, flächenhaften Polygonen liefern den Nutzern detaillierte Informationen über die bei der Modellierung verwendeten Eingangsdatensätze an jeder Koordinate im DGM-W.

Die Umringsgeometrien der tatsächlich und konkret verwendeten Eingangsdaten sind daher, mit Attributen der relevanten Informationen, in Form einer Shapedatei bereitzustellen.

7.11.1 Format und Geometrische Vorgaben

Format: ESRI 2D-Polygonshape, gemäß Abschnitt 2.5.4.

Geometrische Vorgaben:

- Für flächenhaft vorliegende Punktwolken oder Flächenpeilungen sind Umringe über/durch die äußeren Punkte als konvexe Hülle, zu generieren. Kleinster Punktabstand entspricht der Gitterweite. Datenlücken sind als Inseln darzustellen.
- Für Gruppen von Einzelprofilen, z.B. Profilmessungen oder Linienpeilungen, sind ebenfalls flächenhafte Umringe zu erstellen. Für die Ab- und Eingrenzungen der umhüllenden Umringe ist der mittlere Profilabstand heranzuziehen.
- Datenlücken sind ab einer Mindestfläche darzustellen, die der Gitterauflösung des Modells A entspricht.
- Für linienhafte Daten wie Strukturkanten sind keine Polygone erforderlich, da diese Vektordaten als Bestandteil des DGM-W mitzuliefern sind und referenziert werden können.

Die Shapedateien müssen folgende Eigenschaften und Bedingungen erfüllen:

- vollständige Abdeckung des Bearbeitungspolygons,
- keine Lücken (Datenlücken sind als Flächen darzustellen),
- innenliegende Inselflächen müssen korrekt abgebildet werden,
- Polygone dürfen sich nicht selbst schneiden,
- benachbarte Polygone dürfen sich nicht schneiden,
- keine Polygonflächen ohne Attribute,
- keine Polygon-Duplikate und
- sukzessive Punktfolge innerhalb der Polygone.

Als Informationen zu den Eingangsdaten sind die in 7.11.2 genannten Attribute und Inhalte hinzuzufügen.

7.11.2 Attribute

Als Informationen zu den Eingangsdaten sind nachfolgend genannte Attribute und Inhalte hinzuzufügen:

- MD_TITEL = Eindeutig zuzuordnende Polygonbezeichnung (Dateiname, Eigenname)
- DATENART = Datenart (bspw. Modell, Vermessungsdaten, Datenlücke)
- DA_UK = Datenartunterkategorie (bspw. Lotungsart, ALS, Ersatzsystem)
- HERKUNFT = Erzeuger (bspw. Firma, Amt)
- ANFANG = Erfassungsdatum, Beginn (JJJJMMTT)
- ENDE = Erfassungsdatum, Ende (JJJJMMTT).

Das gesamte Bearbeitungsgebiet soll in einer Shapedatei abgebildet werden. Eine Kachelung soll nicht erfolgen. Bei sehr großen Datenbeständen ist nach Absprache mit dem AG eine Aufteilung in Abschnitte vorzunehmen.

7.12 Technischer Teilbericht „DGM-W-Modellierung“

Die fachliche Bearbeitung (genutzte Daten, Methoden, Software) und alle Ergebnisse einschließlich der Angaben zur erreichten Genauigkeit und dem Nachweis aller vorgenannten QS-Maßnahmen sind in einem technischen Teilbericht „DGM-W-Modellierung“ gemäß den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 zu dokumentieren und zu liefern (s. Abschnitt 9).

Das/die eingesetzten Verfahren zur Prozessierung sind zu beschreiben. Neben den automatischen Verfahren ist auch der manuelle Prüfungs-, Ergänzungs- und Bearbeitungsaufwand sowie die Berücksichtigung aller Vorgaben anhand von signifikanten Beispielen für die nachfolgend genannten Bearbeitungen nachzuweisen und zu dokumentieren:

- Homogenisierung der Datensätze,
- Hierarchie der Daten bzgl. Genauigkeit, Aktualität und Vollständigkeit,

- Verwendung von 3D-Strukturkanten,
- verwendete(s) Interpolationsverfahren,
- Art und Umfang manueller und automatischer Operationen,
- Ableitung der Modelle A und B,
- Ableitung der Datenquellenpolygone und Datenarten und
- Art und Umfang von QS-Maßnahmen zur Plausibilisierung und Validierung.

8 Ableitung von Querprofilen

8.1 Vorgaben

Querprofile sind gemäß den Vorgaben der LB aus dem DGM-W abzuleiten. Sie werden meist für hydronumerische Modellierungen verwendet und sollen keine Brückenpfeiler o. ä. enthalten. Das Vorgehen ist abzustimmen und zu beschreiben.

8.2 Datenlieferung

Die abgeleiteten Daten sind Wasserstraßen bezogen (BWaStr_ID) im WSV-Punktformat zu liefern. Der Datenlieferung ist ein Inhaltsverzeichnis mit Kurzbeschreibung (bzgl. Datenart und -format) der Datensätze beizufügen.

8.3 QS-Nachweise

Folgende QS-Maßnahmen sind seitens des AN durchzuführen und nachzuweisen:

- Abdeckung der vorgegebenen Auftragsbereiche (Vollständigkeit),
- Verwendung der geforderten Modellvariante zur Ableitung der Profile,
- Einhaltung der vorgegebenen Querprofilspuren,
- Anfangs- und Endpunkt eines abgeleiteten Profils müssen auf die DGM-W oder GBG-Grenze fallen,
- Verlauf der Profile durch Null- und Gegenpunkte (ohne Höhenwerte),
- Einhaltung des Punktabstands im Profil (sofern gefordert),
- Duplikat-Freiheit (bei benachbarten Punkten mit Abstand ≤ 1 cm) wird nur ein Punkt dargestellt),
- Berücksichtigung der Schnittpunkte mit Dreiecksseiten,
- Kreuzungsfreiheit,
- Einhaltung der vorgegebenen Daten- und Dateiformate,
- Einhaltung vorgegebener Dateibezeichnungen,
- Einhaltung der Vorgaben für die WPA-Kodierungen (s. Abschnitt Referenzierte Dokumente, WSV-CSV, W130) eines jeden Profilpunktes
- Fortlaufende Punktnummerierung (ohne doppelte Punktnummern) und
- Beachtung der korrekten Bezugssystem-Kodierung jedes Punktes (Lage/Höhe)

Hinweis: Je nach Ausprägung der GBG-Grenze kann der Fall eintreten, dass Profile das GBG verlassen und an anderer Stelle wieder in das GBG eintreten. Es wird dazu festgelegt, dass das Profil beim ersten Verlassen des GBG endet und der weitere Verlauf unberücksichtigt bleibt.

8.4 Technischer Teilbericht „Querprofile“

Die fachliche Bearbeitung (genutzte Daten, Methoden, Software) und alle Ergebnisse einschließlich des Nachweises aller vorgenannten QS-Maßnahmen sind in einem technischen Teilbericht „Querprofile“ gemäß den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 zu dokumentieren und zu liefern (s. Abschnitt 9).

9 Teilberichte und Abschlussbericht

Teilberichte und der Abschlussbericht sind auf der Basis eines vom AN erstellten Entwurfes vor der endgültigen Erstellung mit dem AG abzustimmen und als Word- (*.docx) und Acrobat- (*.pdf) Datei zu liefern.

Vom AG abgenommene technische Teilberichte können Voraussetzung für Teilzahlungen und die Freigabe weiterer Datenprozessierungen sein.

Der Abschlussbericht soll alle relevanten Ergebnisse und die in den Teilberichten vorgenommenen Erläuterungen zusammenfassen. Er ist mit einem Zeitplan der wichtigsten Meilensteine zu ergänzen. Die technischen Teilberichte sind als Anlagen zu nennen.

Der Bericht soll auch eine abschließende und zusammenfassende Darstellung sowie eine Genauigkeitsanalyse der Ergebnisse im Hinblick auf die Anforderungen der LB enthalten.

10 Qualitätsüberprüfungen des AG

Vom AG werden in geeigneter Art und Weise Daten, Ergebnisse, QS-Nachweise und Berichte des AN überprüft.

Festgestellte Mängel werden in geeigneter Form kommuniziert und reklamiert.

11 Checkliste QS DGM-W

Zusammenfassend eine Checkliste zum Arbeitsablauf und eine Übersicht der durchzuführenden QS-Maßnahmen einschließlich der zu liefernden Nachweise:

Tabelle 11.1: Checkliste QS DGM-W

	Bearbeitungsschritte	Maßnahme(n) des AN	Nachweise, Formate	Check / Datum, Lieferdatum
--	----------------------	--------------------	--------------------	----------------------------

1. Rahmenanforderungen

1.1	LB beim AN	-		
1.2	Bearbeitungsablaufplanung (BAP)	Zeit- und Terminplanung	Ablaufplan (*.mpp, *.pdf)	
1.3	Qualitätssicherungsplan (QSP)	Planung, Aufstellung	Beschreibung der Konzeption (*.pdf)	
1.4	Datensicherungskonzept (DSP)	Planung, Aufstellung	Beschreibung der Konzeption (*.pdf)	

2. Eingangsdaten (AN-QS)

2.1	Datenlieferungen an den AN	Dokumentation	Tabelle, Bericht (*.pdf etc.)	
2.2	Bezugssysteme, Datenalter	Prüfung, Dokumentation	Tabelle, Bericht (*.pdf etc.)	
2.3	Vollständigkeit, Datenlücken, Auffälligkeiten	Prüfung, Dokumentation	Zusammenstellung, Grafik, Bericht (*.pdf etc.)	

3. Datenaufbereitung

3.1	ALS-Daten	Prüfung, Transformation, Datenbereinigung, Dokumentation	Beispiele, Technischer Bericht, Datenquellennachweise (*.pdf etc.)	
3.2	Sonstige Punktdaten, Punktwolken	Prüfung, Transformation, Datenbereinigung, Dokumentation	Beispiele, Technischer Bericht, Datenquellennachweise (*.pdf etc.)	
3.3	Kanten: 3D-Strukturkanten, Bauwerksdaten, Strukturlinien	Prüfung, Transformation, Datenbereinigung, Datenaufbereitung, Dokumentation	Beispiele, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	

3.4	Lotungen, Peilungen	Prüfung, Transformati- on, Datenaufbereitung, Dokumentation	Beispiele, Techni- scher Bericht, Da- tenquellennach- weise (*.pdf etc.)	
3.5	Gebäudedaten, sonstige Daten	Prüfung, Transformati- on, Datenaufbereitung, Dokumentation	Beispiele, Techni- scher Bericht, Da- tenquellennach- weise (*.pdf etc.)	
3.6	Datenumringe	Flächendeckende Er- stellung, Prüfung, Do- kumentation	Beispiele, Techni- scher Bericht, Da- tenquellennach- weise (*.shp, *.pdf etc.)	

4. DGM-W Modellierung

4.1	Datenhierarchie	Prüfung, Dokumentati- on	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.2	aufbereitete Daten	Verwendung, Doku- mentation	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.3	Bauwerks- und Ersatz- modelle	Berechnung, Doku- mentation, Prüfung	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.4	Datenlücken	Interpolation, Doku- mentation	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.5	Ableitung Modelle A, B	Berechnung, Doku- mentation	Technischer Be- richt, Protokolle (*.pdf etc.)	
4.6	Vollständigkeit	Prüfung, Dokumentati- on	Technischer Be- richt, Protokolle (*.pdf etc.)	
4.7	Plausibilitätskontrolle	Prüfung, Dokumentati- on	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.8	verbliebene Restfehler	Prüfung, Dokumentati- on	Beispiele, Proto- kolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
4.9	Datenlieferung	Prüfung, Dokumentati- on	Daten, Inhaltsver- zeichnisse, Erklä- rungen (*.pdf etc.)	

4.10	Technischer Bericht DGM-W	Dokumentation	Technischer Bericht (*.docx, *.pdf etc.)	Leitfaden: QS-DGM-W, Version 2.0
------	------------------------------	---------------	--	--

5. Querprofile

5.1	Ableitung	Interpolation, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
5.2	Nachweis der Vollständigkeit	Prüfung, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
5.3	Nachweis der Vorgaben (Parameter)	Prüfung, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
5.4	Technischer Bericht Querprofile	Dokumentation	Technischer Bericht (*.docx, *.pdf etc.)	
5.5	Datenlieferung	Datenprüfung, Datenträgerprüfung, Inhaltsverzeichnisse	Daten, Inhaltsverzeichnisse, Erklärungen (*.pdf etc.)	

6. Datenquellen

6.1	Ableitung der Umringe	Berechnung, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
6.2	Nachweis der Vollständigkeit	Prüfung, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
6.3	Nachweis der Vorgaben	Prüfung, Dokumentation	Beispiele, Protokolle, Technischer Bericht (*.pdf etc.)	
6.4	Technischer Bericht Datenquellen	Dokumentation	Technischer Bericht (*.docx, *.pdf etc.)	
6.5	Datenlieferung	Datenprüfung, Datenträgerprüfung, Inhaltsverzeichnisse	Daten, Inhaltsverzeichnisse, Erklärungen (*.pdf etc.)	