

Regierungspräsidium Stuttgart

Leistungsbeschreibung (LB) Hydraulik

- **Allgemeine methodische Anforderungen an die Erstellung der HWGK-F**
- **Datenbereitstellung an den Auftragnehmer**
- **Ergebnisdaten und Datenformate**

Verantwortlich:

Markus Moser, Regierungspräsidium Stuttgart

Redaktion:

Christoph Sommer, Regierungspräsidium Stuttgart
Verena Rieger, Regierungspräsidium Stuttgart
Elena Staber, Regierungspräsidium Stuttgart
Torsten Kugler, Regierungspräsidium Stuttgart
Joachim Liebert, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
Erich Mattes, Gesellschaft für Angewandte Hydrologie und Kartografie (AHK)
Peter Zeisler, RUIZ RODRIGUEZ + ZEISLER + BLANK, GbR
Andreas Blank, Ingenieurbüro Blank
Marco Hoffmann, Ingenieurbüro Blank
Thilo Seitz, I·S·T·W PLANUNGSGESELLSCHAFT MBH
Ingo Haag, HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH
Patrick Preuß, HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH
Rolf Timmermann, DHI WASY GmbH
Peter Kaiser, GI Geoinformatik GmbH

Kontakt HWGK (zentral):

hochwassergefahrenkarte@rps.bwl.de

Kontakt zum örtlich zuständigen Regierungspräsidium (öRP):

Regierungspräsidium Freiburg:	Hochwasserrisikomanagement@rpf.bwl.de
Regierungspräsidium Karlsruhe:	Hochwasserrisikomanagement@rpk.bwl.de
Regierungspräsidium Tübingen:	Hochwassermanagement@rpt.bwl.de
Regierungspräsidium Stuttgart:	Hochwasserrisiko@rps.bwl.de

Version 2.0

Stand: 15.05.2026

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	8
Allgemeine methodische Anforderungen an die Erstellung der HWGK-F	9
1. Hydraulische Berechnung	9
1.1 Vorgaben.....	9
1.2 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	10
1.3 Definitionen	10
1.3.1 Centerline	10
1.3.2 Hauptwasserkörper	11
1.3.3 Hochwasserschutzeinrichtungen	11
1.3.4 Freibordvorgaben an Schutzanlagen	12
1.3.4.1 Dämme.....	12
1.3.4.2 Feste Mauern und mobile Schutzanlagen.....	13
1.3.4.3 Sonstige damm- beziehungsweise mauerähnliche Strukturen / Gewässerbegleitenden Längsstrukturen.....	13
1.3.4.4 Privater Objektschutz.....	14
1.3.4.5 Gewerblicher Objektschutz.....	14
1.3.5 Geschützte Bereiche beziehungsweise Wirkungsbereiche von Hochwasserrückhaltebecken (HRBen).....	14
1.3.5.1 Geschützter Bereich HQ_{100} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen	14
1.3.5.2 Geschützter Bereich HQ_{1000} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen	14
1.3.5.3 Wirkungsbereich von HRBen bei HQ_{100}	15
1.3.5.4 Geschützte Bereiche bei HQ_{100} im Wirkungsbereich unterhalb von HRBen	15
1.3.5.5 Geschützter Bereich HQ_{100} HWGK	15
1.3.6 Längsbegleitende Bauwerke und Strukturen „Gewässerbegleitende Längsstrukturen“	16
1.3.6.1 Potenzielle Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ_{100}	17
1.3.7 Stege, Brücken und Verdolungen.....	17
1.3.7.1 Stege	18
1.3.7.2 Brücken	18
1.3.7.3 Verdolungen/Verrohrungen	19
1.3.7.4 Düker.....	20
1.3.8 Abflussrelevante Strukturen (ArS)	20
1.3.9 Mündungsbereiche / Mündungsformel	21
1.4 Szenarien / Berechnungsvorgaben.....	23
1.4.1 Allgemein	23
1.4.2 Abflussszenarien im potenziell natürlichen Zustand (ohne Ansatz von Beckenwirkungen) HQ_{x_oHRB}	24
1.4.3 Extremhochwasser (HW_{EXTREM})	25
1.4.3.1 HQ_{100_oHRB}	25
1.4.3.2 $HQ_{100_verklaust}$	26
1.4.3.3 Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen ($HQ_{100_verklaust}$ -Abschnitte).....	28
1.4.4 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung.....	28
1.5 Grundsätzliche Vorgaben zur 1D- und 2D-Modellierung (Modellaufbau / Modellgenauigkeiten / Hydraulik).....	29
1.5.1 Prüfung HydTERRAIN und Vermessungsdaten sowie Festlegung des Nachvermessungsbedarfs.....	29
1.5.1.1 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	29
1.5.2 Rauheitsansätze und örtliche Verluste	30
1.5.3 Kalibrierung der HN-Modelle	30

1.5.4	Eingangsdaten Hydrologie	31
1.5.4.1	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	31
1.5.5	Fachlicher Abgleich der Pegelangaben (Pegelmodelle)	32
1.5.5.1	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	32
1.5.6	Interne Qualitätssicherung beim Auftragnehmer	32
1.6	Modellaufbau / Modellgenauigkeiten (2D-HN-Modelle).....	33
1.6.1	Modellaufbau Vorland	33
1.6.2	Modellaufbau Gewässerschlauch.....	35
1.6.3	Übernahme abgestimmter Pegelmodelle in das Modellnetz der HWGK- Bearbeitung.....	37
1.6.4	Zusammenführen der Modellnetze	37
1.6.5	Kontrollquerschnitte und Kontrollknoten	37
1.6.6	Bezeichnungsvorgaben für Modellelemente (Nodestrings und Nodes).....	40
1.6.7	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung.....	42
1.7	Hydraulische Berechnungen (2D-HN-Modell instationär).....	42
1.7.1	Instationäre Berechnung auf Basis der hydrologischen Eingangsgrößen und Vorfüllung.....	42
1.7.2	Einspeisepunkte.....	44
1.7.2.1	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	45
1.7.3	Berechnung und Abgrenzung Überfluteter / Geschützter Bereich hinter linienhaften Schutzeinrichtungen.....	45
1.7.4	Dambreschensimulationen.....	47
1.7.4.1	Fallunterscheidungen bei Dambreschenberechnungen	48
1.7.4.2	Festlegungen zu den Breschensimulationen	51
1.7.4.3	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung	53
1.8	Modellaufbau / Modellgenauigkeiten (1D-HN-Modelle).....	54
1.8.1	Modellaufbau / Verlängerte Querprofile	54
1.8.2	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung.....	54
1.9	Hydraulische Berechnungen (1D-HN-Modell).....	55
2.	Hydrologische Grundlagen der HWGK-Fortschreibung	56
2.1	Instationäre hydrodynamische Modellierung auf der Grundlage der hydrologischen Basismodellierung (BFGM, Standardfall).....	56
2.1.1	Fachübergreifende Beschreibung der Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell.....	57
2.2	Instationäre hydrodynamische Modellierung auf der Grundlage anderer HWGK- konformer hydrologischer Modelle.....	60
2.3	Stationäre hydrodynamische Modellierung	62
3.	GIS-Aufbereitung der modellierten Berechnungen	64
3.1	Grundsätze.....	64
3.2	TERRAIN und HydTERRAIN/HydDGM	64
3.2.1	Bearbeitung des hydraulisch plausiblen Terrains (HydTERRAIN)	65
3.2.2	Auswertung und Ergänzung der Datenbank „Abflussrelevante Strukturen (ArS)“ ..	66
3.3	ROH – Wasserspiegellagen für HQT (Raster – ROH_WSP_IST_HQXXXX)	67
3.3.1	ROH – Wasserspiegellagen für Dambreschen	68
3.4	ROH – Überflutungstiefen für HQ _T (Raster – ROH_UT_HQXXXX) und ROH – Flächenausbreitung (Polygon – ROH_FA_HQXXXX)	69
3.5	Ingenieurtechnisch überarbeitete Flächenausbreitung (Polygon – FA_HQXXXX)	70
3.5.1	Vorschlag für Flächenkorrektur	73
3.6	Ingenieurtechnisch überarbeitete Wasserspiegellagen für HQ _T (Raster – WSP_HQXXXX)	74
3.7	Überflutungstiefen für HQ _T (Raster – UT_HQXXXX).....	75
3.8	Überlagerungen für HW _{EXTREM}	75
3.9	Fließgeschwindigkeiten für HQ _T (Vektoren)	76
3.10	Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung.....	76

4.	Weitere Auswertungen	77
4.1	Sicherheitsbetrachtung von Schutzeinrichtungen	77
4.2	Sicherheitsbetrachtung von gewässerbegleitenden Längsstrukturen und Bauwerken	78
4.3	Brückenstatus.....	79
4.4	Verdolungsstatus.....	79
4.5	Bauwerkssteckbriefe (innerhalb von Gewässerabschnitten mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen)	79
4.5.1	Besonderheiten der Anlassbezogenen Fortschreibung	80
4.6	Umgang mit Hochwasserrückhaltebecken	80
4.6.1	Einstauflächen	80
4.7	Zusätzliche Informationen zur Gefährdungssituation	81
5.	Projekttablauf / Abstimmungsprozess / Dokumentation der Arbeiten	82
5.1	Projekttablauf in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF) – Ablaufschema	82
5.2	Abstimmungstermine, Pflichttermine in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF).....	82
5.2.1	Regelmäßige Projektbesprechungen (Jour Fixe)	82
5.2.2	Festlegung Hochwasserschutzanlagen / Gewässerbegleitende Längsstrukturen (PP02).....	85
5.2.3	Fachgespräch Pegel / Pegelmodelle (PP_P).....	85
5.2.4	Überprüfen des Modellnetzes / Exemplarischer Proberechnenlauf (PP03)	86
5.2.5	Begleitung der Modell-Harmonisierung (PP_MH).....	88
5.2.6	Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell (PP04).....	88
5.2.7	Vorlage der Erstberechnung HQ ₁₀ und HQ ₁₀₀ , Abgleich mit bestehender HWGK (PP05).....	89
5.2.8	Vorlage der Rohergebnisse HQ ₁₀ und HQ ₁₀₀ (PP06) für das nachfolgende „Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität“	89
5.2.8.1	Fließweganalyse.....	90
5.2.9	Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität (öRP und UWB)	91
5.2.10	Workshop: Vorabkontrolle der hydraulischen Berechnungen (öRP, UWB und Kommunen) (PP07 / PP08).....	92
5.3	Datenabgaben.....	92
5.4	Schlussbericht mit Anlagen sowie Dokumentation des HN-Modellaufbaus zum PP03.....	93
5.5	Abgabe des HN-Berechnungsmodells (inklusive Nutzungsrechte)	93
5.6	Modellvorhaltung nach Projektabschluss.....	94
5.7	Besonderheiten der Anlassbezogenen Fortschreibung.....	94
5.7.1	Anlassbezogene Fortschreibung: Hydraulische Berechnung, Fachtechnische Prüfung und Abstimmung mit Unterer Wasserbehörde.....	94
5.7.2	Vergleich Randbedingungen der hydraulischen Berechnung zur Validierung zwischen neuem HN-Modell und HWGK HN-Modell	96
5.7.3	Vergleich der hydrologischen Kennwerte (PDF, XLSX).....	96
5.7.4	Vergleich der Wasserspiegellagen HQ _{10,100,1000} aus neuem HN-Modell mit bestehender HWGK (Längsschnitt) (PDF, XLSX).....	96
5.7.5	Aufarbeitung der HWGK-Hydrologie der Ersterstellung gemäß Vorgaben.....	96
5.7.6	Vergleich HQ _{10,100,1000} aus neuem HN-Modell mit bestehender HWGK (Flächenausbreitung) GIS	96
5.7.7	Nachweis zu sprungfreiem Übergang zur bestehenden HWGK	96
5.7.8	Anlassbezogene Fortschreibung: Zulassungsverfahren und Umsetzung einer Maßnahme.....	97
6.	Qualitätssicherung	98
Datenbereitstellung an den Auftrag- nehmer		99
7.	Projektbezogene Daten.....	99
7.1	Terrestrische Vermessung.....	99
7.2	DGM.....	99

7.2.1	Datengrundlagen und Aufbereitung für die Fortschreibung	99
7.2.2	Definitionen	99
7.2.3	Airborne Laser Scanning (allgemeine Grundlagen und Aufbereitung)	100
7.2.4	Datenformate – allgemein	105
7.2.5	Digitales Geländemodell	106
7.2.5.1	Hydraulisch plausibles Terrain für die Fortschreibung (HydTERRAIN) – Datenauslieferung	106
7.2.5.2	Punktwolken – Datenauslieferung	106
7.2.5.3	Hydraulisch plausibles DGM für die Fortschreibung (HydDGM) – Datenauslieferung	106
7.3	Basisdaten: Hydrologie (BFGM)	106
8.	Geobasisdaten	107
8.1	Basis-DLM	107
8.2	Amtliches wasserwirtschaftliches Gewässernetz – AWGN	108
8.3	AKWB (Anlagenkataster Wasserbau)	109
8.3.1	Absperrbauwerk	110
8.3.2	Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit	110
8.3.3	Durchlass	110
8.3.4	Dämme	110
8.3.5	Gewässerausbau	110
8.3.6	Regelungsbauwerke	110
8.3.7	Sohlenbauwerke	111
8.3.8	Stauanlagen	111
8.3.9	Verdolungen	111
8.3.10	Wasserkraftanlagen	111
8.4	Lokale Einleitungen	111
8.5	ALKIS	112
8.6	Topographische Karten und Orthobilder	112
8.7	Schutzgebiete	113
9.	HWGK-Fachdaten (Ersterstellung HWGK-E)	114
9.1	Wasserspiegellagen und Überflutungstiefen (Rasterdaten)	114
9.2	Vektordaten	115
9.2.1	Verlängerte Querprofile (wsl-Dateien)	115
9.2.2	Flächenausbreitung (FA)	116
9.2.3	Schutzanlagen	116
9.2.4	Brückenstatus	117
9.2.5	Modellinformationen für 2D Modelle	117
9.2.6	Abflussrelevante Strukturen (ArS) aus vorherigen GF- oder SRRM-Projekten ...	118
	Ergebnisdaten und Formate	119
10.	Ergebnisdaten und Datenformate	119
10.1	Allgemeine Daten	120
10.1.1	Brückenstatus	120
10.1.2	Verdolungseinlauf (Status)	120
10.1.3	Centerline	121
10.1.4	Modellgebiete	121
10.1.5	Austauschbereich (Pflaster) für AF je HQ	122
10.1.6	Verwendete Vermessungsprofile	122
10.1.7	Zusätzliche Informationen zur Gefährdungssituation	122
10.1.8	Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verkläusungsansätzen	123
10.1.9	Gebäudedatensatz (aus dem ALKIS-Datenbestand)	123
10.1.10	Version	123
10.2	Breschen	124
10.2.1	Flächenausbreitung der Dammbreschen (Rohdaten)	124

10.2.2	Lage der Dammbreschen.....	125
10.2.3	Flächenausbreitung der Dammbreschen (kumulierte Maximalwerte mit Fallunterscheidung).....	126
10.3	Flächenausbreitung.....	126
10.3.1	Flächenausbreitung für HQ _T (ROH_IST-VERSION).....	126
10.3.2	Flächenausbreitung für HQ _T (ROH-VERSION).....	126
10.3.3	Flächenausbreitung für HQ _T (ingenieurmäßig überarbeitete Version).....	127
10.3.4	Flächenausbreitung Modifikationen.....	127
10.4	Hochwasserschutzanlagen.....	128
10.4.1	Schutzanlagen.....	128
10.4.2	Sicherheitsbetrachtung von Schutzanlagen.....	128
10.4.3	Hochwasserrückhaltebecken.....	130
10.4.4	Fläche des Hochwasserrückhaltebeckens bei Vollstau.....	130
10.4.5	Fläche des Hochwasserrückhaltebeckens bei Maximum aus ZH1 und ZH2.....	130
10.4.6	Gewässerbegleitende Längsstrukturen.....	131
10.4.7	Sicherheitsbetrachtung von gewässerbegleitenden Längsstrukturen.....	131
10.5	Modellergebnisse 1D (verlängerte Querprofile).....	133
10.5.1	Verlängerte Querprofile.....	133
10.6	Modellergebnisse 2D.....	134
10.6.1	Modellergebnisse 2D.....	134
10.6.2	Modellnetz.....	135
10.6.3	2D-HN-Modelle (2dm-Dateien).....	135
10.6.4	DATA-IN und DATA-OUT (Informationen aus HydroAS inklusive LUA-Skripte).....	136
10.6.5	Kontrollquerschnitte (Lage).....	136
10.6.6	Kontrollquerschnitte (Werte).....	136
10.6.7	Nodestrings (Lage).....	137
10.7	Geländemodell.....	137
10.7.1	HydDGM.....	137
10.7.2	HydTERRAIN.....	137
10.7.3	Abflussrelevante Strukturen (ArS).....	138
10.8	Überflutungstiefen.....	139
10.8.1	Überflutungstiefen (ROH).....	139
10.8.2	Ingenieurmäßig überarbeitete Überflutungstiefen.....	139
10.9	Wasserspiegellagen.....	140
10.9.1	Wasserspiegellagen (IST-Wasserstand; ROH).....	140
10.9.2	Wasserspiegellagen der einzelnen Dammbreschen (Auswertung der maximalen Wasserspiegel).....	140
10.9.2.1	Wasserspiegellagen der Dammbreschen (Überlagerung Maximalwerte HQ100 mit Fallunterscheidung).....	140
10.9.3	Wasserspiegellagen (ROH).....	141
10.9.4	Ingenieurmäßig überarbeitete Wasserspiegellagen.....	141
Anhänge	142
11.	Mustergliederung für Schlussbericht (HWGK-GF).....	142
11.1	Mustergliederung Bericht.....	142
11.2	Mustergliederung Modelldatenstruktur.....	144

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung zur Mündungsformel.....	22
Abbildung 2:	Mündungsformel.....	22
Abbildung 3:	Freibord bei gerader Brückenunterkante (Quelle: Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung in Ingenieurbauten (RE-ING), Teil 2 Brücken, Stand 12/2025).....	26
Abbildung 4:	Freibord bei gebogenen Brückenunterkante (Quelle: Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung in Ingenieurbauten (RE-ING), Teil 2 Brücken, Stand 12/2025).....	26
Abbildung 5:	Verklauungsansatz für Durchlässe und Verdolungen bis DN1600	27
Abbildung 6:	Verklauungsansatz für Durchlässe und Verdolungen größer DN1600	27
Abbildung 7:	Dammbreschensimulation – Fall A1: Damm wird überströmt bei HQ_x	49
Abbildung 8:	Dammbreschensimulation – Fall A2: Damm wird nicht überströmt bei HQ_x , verbleibender Freibord reicht jedoch nicht aus	49
Abbildung 9:	Dammbreschensimulation – Fall B: Freibord reicht aus bei HQ_{100} beziehungsweise HQ_{1000} (zur Ermittlung geschützter Bereiche), nicht für HQ_{100_oHRB}	50
Abbildung 10:	Übersicht Ablauf der Modell-Harmonisierung.....	59
Abbildung 11:	links: Flächenausbreitung unkorrigiert; rechts: Flächenausbreitung korrigiert	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Staffelung Freibordvorgaben für kleine Dämme.....	13
Tabelle 2:	Vorgabe für einheitliche Bezeichnungen aller Nodestings in HydroAS	40
Tabelle 3:	Vorgabe für einheitliche Bezeichnungen aller Nodestings in HydroAS an Pegeln beziehungsweise in Pegelmodellen.....	41
Tabelle 4:	Übersicht über zulässige Kombinationen von Szenario und Betrachtungsfällen bei Dammbreschensimulationen.....	50
Tabelle 5:	Empfehlungen für Dammbreschenbreiten	53
Tabelle 6:	Hierarchien bei der Überlagerung von Rastern und Flächen aus Breschenberechnungen	72
Tabelle 7:	Empfehlungen für Flächenkorrekturen bei trockenen Inselflächen innerhalb des Hauptwasserkörpers.....	73
Tabelle 8:	Empfehlungen für Flächenkorrekturen bei nassen Wasserkörpern außerhalb des Hauptwasserkörpers.....	74
Tabelle 9:	Übersicht der Pflichtpunkte (PP) in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF) zu Aufgaben, Datenabgaben und Projektbesprechungen.....	83

Vorbemerkung

Das vorliegende Dokument beschreibt die methodische Vorgehensweise, die Daten Grundlagen sowie die notwendigen und vorliegenden Datenformate bei einer **Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten (HWGK-F)**.

Im Rahmen einer **Gebietsweisen Fortschreibung** der Hochwassergefahrenkarte (**HWGK-GF**) wird ein Auftragnehmer (AN) im Auftrag des Landes beauftragt die HWGK vollständig gemäß den vorliegenden Anforderungen in den nachfolgenden Kapiteln fortzuschreiben. Eine Sonderform der HWGK-GF ist die Kooperative Form (sogenannte **HWGK-GF_Koop**, in der auch eine Gebietskörperschaft (beispielweise ein Wasserverband) als Auftraggeber (AG) auftreten kann. Es gelten dennoch die Anforderungen der HWGK-GF.

Im Rahmen einer **Anlassbezogenen Fortschreibung (HWGK-AF)** sollen lokale Änderungen der Überflutungssituation aufgrund von Maßnahmen oder Vorhaben in die vorliegende HWGK übernommen werden.

Für die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf das Hochwasserrisiko ist für das wasserwirtschaftliche Zulassungsverfahren ein hydraulischer Nachweis erforderlich. AG für die Bearbeitung dieser lokalen Fortschreibung ist in der Regel der jeweilige Vorhabenträger.

In einem gesonderten Dokument werden gebietsspezifische Beschreibungen und zusätzliche Anforderungen / Arbeitsschritte aus Sicht der HWGK an die hydraulischen Berechnungen formuliert. Die Bearbeitung erfolgt bei der HWGK-AF im Rahmen der Vorhabenplanung gemäß den Anforderungen der HWGK-F, welche in der vorliegenden Leistungsbeschreibung formuliert sind.

Auf Basis dieser ergänzenden Anforderungsbeschreibung für die hydraulischen Berechnungen kann der Planer des Vorhabenträgers, den über die Vorhabenplanung hinausgehenden für die HWGK-F notwendigen Mehraufwand ableiten und quantifizieren.

Für die HWGK-GF gelten die Anforderungen des vorliegenden Dokuments grundsätzlich. Die angefügten Kapitel „Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung“ können für HWGK-GF unbeachtet bleiben.

Allgemeine methodische Anforderungen an die Erstellung der HWGK-F

1. Hydraulische Berechnung

1.1 Vorgaben

Grundlage für die hydraulischen Berechnungen sind terrestrische Vermessungen, das digitale Geländemodell (DGM) der Landesvermessungsverwaltung (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg – LGL, Erfassungsdatum HWGK-E: 2001-2006), aktuelle Laserscanbefliegungen (ab 2016) beziehungsweise das daraus abgeleitete nach hydraulischen Aspekten modifizierte Geländemodell (HydTERRAIN/HydDGM) und eine sogenannte hydrologische Basismodellierung. Die bereits vorhandenen Hochwassergefahrenkarten sind als Vergleichswerte heranzuziehen.

Die hydrodynamisch-numerischen Berechnungen (HN-Modell) sind in der Regel zweidimensional (2D) instationär durchzuführen. Bei einfachen Gewässersystemen kann auch ein eindimensionaler (1D) Ansatz ausreichend sein. Die Wahl der Dimension (1D oder 2D) beziehungsweise des Zustandes (stationär oder instationär) erfolgt in Abstimmung mit dem AG. Die Leistungsbeschreibung gibt zunächst einen Berechnungsansatz für jeden Gewässerabschnitt vor. In einer Gebietsweisen Fortschreibung (GF) ist dies standardmäßig eine zweidimensionale (2D) instationäre Modellierung.

Für die hydraulischen Berechnungen ist folgendes Software-Modellpaket zugelassen:

2D-Hydraulik:

- HydroAS¹ (ab Version 7.x)
Liegen in laufenden Projekten bereits HN-Modelle in einer früheren HYDRO_AS-2D-Version vor (bis Version 5.3.x) ist deren Einsatz mit dem AG abzustimmen. Der Einsatz der Programmversion 5.4.x ist nicht zulässig.
- HydroAS Mesh (ab Version 3.x)
- HydroAS MapWork
- Surface-Water-Modelling-System SMS (ab Version 13.0 oder neuer)

Es ist vorgesehen, dass im Rahmen von Gebietsweisen Fortschreibungen (GF) dem AN für die Dauer der Bearbeitung eine Lizenz des Berechnungsprogramms HydroAS (in einer aktuell zulässigen Version, s.o.) durch den AG unentgeltlich zur Verfügung gestellt

¹ Bis zur Veröffentlichung der Programmversion 5.5.0 im September 2022 lautet die Produktbezeichnung HYDRO_AS-2D.

wird. Der AN verpflichtet sich, die Lizenz ausschließlich für die Projektbearbeitung zu verwenden. Bei Projektende wird die Lizenz (zeitlich beschränkte Bereitstellung) wieder an den AG zurückgegeben.

Für die Ableitung des HN-Modells aus dem HydTERRAIN können alternativ zu HydroAS Mesh andere (GIS-)Tools eingesetzt werden, bei denen die Ableitung bzw. Ausdünnung des Modellnetzes auf Grundlage von Höhenunterschieden erfolgt. Weiterhin müssen die in der vorliegenden LB geforderten Qualitätskriterien (siehe Kap. 1.6.1) für das HN-Modell eingehalten werden.

1.2 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

In der Anlassbezogenen Fortschreibung kann von den vorgenannten Vorgaben abgewichen werden, wenn bereits andere HN-Modelle auf Basis vorhergehender Programmversionen vorliegen oder vergleichbarer und marktgängiger Produkte vor Ort eingesetzt oder vorgehalten werden.

Soll für eine Anlassbezogene Fortschreibung ein bestehendes HN-Modell verwendet werden, so sind im Falle eines Versionsupdates der eingesetzten Software mögliche Auswirkungen durch die geänderte Softwareversion auf die Ergebnisse durch Vergleichsrechnungen (ursprünglich verwendete Softwareversion vs. aktuelle Softwareversion) am ursprünglichen HN-Modell nachzuweisen. Abweichungen von den obigen Vorgaben sind mit dem AG abzusprechen.

Im Rahmen von Anlassbezogenen Fortschreibungen werden keine HydroAS-Lizenzen zur Verfügung gestellt!

1.3 Definitionen

1.3.1 Centerline

Die Centerline (Gewässerachse) gibt die Lage beziehungsweise den genauen Verlauf des Gewässers wieder. Das Amtliche Wasserwirtschaftliche Gewässernetz Baden-Württemberg (AWGN) dient als geometrische Vorlage für die Erstellung der Centerline. Die Attribute der Centerline werden aus dem AWGN übernommen. Die Centerline ist im Rahmen der Bearbeitung zu überprüfen und bei Änderungs- oder Ergänzungsbedarf mit dem AG abzustimmen. Für die Anpassung der Lage der Centerline ist das vom AN überarbeitete HydTERRAIN zu verwenden.

Das für die Bearbeitung verbindliche Gewässernetz wird als Feature-Class (Centerline, siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) zu Bearbeitungsbeginn zur Verfügung gestellt. Darin wird zum einen unterschieden zwischen Gewässertyp (HWGK und sonstige Gewässer) und ob eine Berechnung erforderlich ist. Hierbei

gibt es Gewässerabschnitte, die innerhalb des Bearbeitungsgebietes liegen und damit hydraulisch zu berücksichtigen sind (beispielsweise Mühlkanäle), die aber nicht zum HWGK-Gewässernetz gehören.

Besonders gekennzeichnet sind Abschnitte, die mit angepasster (verringertes) Bearbeitungstiefe zu bearbeiten sind. Meist sind dies schwer zugängliche Gewässerabschnitte, in denen kein Hochwasserrisiko zu erwarten ist (beispielsweise in zu berechnenden Waldstrecken), die aber für eine Durchgängigkeit der Modellrechnungen mit betrachtet werden müssen. In diesen Abschnitten wurde die Anzahl der terrestrisch vermessenen Querprofile teilweise reduziert. Die erwartbare Ergebnisqualität dieser Abschnitte ist somit von der Dichte und der Auflösung der Eingangsdaten abhängig.

Die Centerline ist bei Bearbeitungsbeginn zu überprüfen und kann bei Bedarf in der Lage und in der Attributierung in Abstimmung mit dem AG angepasst werden.

1.3.2 Hauptwasserkörper

Der Hauptwasserkörper in den Hochwassergefahrenkarten stellt die Überflutungsflächen eines Gewässers dar, die beim jeweiligen Hochwasserereignis / Szenario (siehe Kap. 1.4) überflutet werden beziehungsweise die in Folge des Überschreitens des Schutzziels einer Hochwasserschutzanlage als überflutet angesehen werden. Hierzu zählen auch Flächen hinter durchlässigen längsbegleitenden Bauwerken und Strukturen (vgl. 1.3.6).

1.3.3 Hochwasserschutzeinrichtungen

Hochwasserschutzeinrichtungen sind in den hydraulischen Berechnungen in ihrer Wirkung zu berücksichtigen. In Ansatz gebracht wird dabei der jeweilige Schutzgrad ohne die Wirkung eines zusätzlich vorhandenen Freibordes.

Berücksichtigt werden:

- linienhafte Schutzanlagen (Dämme², mobile Schutzwände, Mauern etc.)
- punktuelle Schutzanlagen (Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken (HRB) etc.)

Mehrere Schutzanlagen können zu einem Schutzsystem zusammengefasst sein. Verändert sich der Schutzgrad einer linienhaften Schutzeinrichtung entlang ihres Verlaufes, ist die Schutzeinrichtung gegebenenfalls in mehrere, sinnvolle Abschnitte zu segmentieren. Manche Schutzsysteme bestehen auch aus Dämmen / Mauern, die an Teilen von Gebäuden anschließen. Diejenigen Gebäudeabschnitte, welche eine Schutzwirkung

² Die Bezeichnung „Dämme“ wird in diesem Dokument gemäß der Definition im Wassergesetz Baden-Württemberg verwendet.

entfalten, sind gleich wie eine Schutzanlage zu behandeln und mit einer sinnvollen Schutzhöhe zu belegen.

1.3.4 Freibordvorgaben an Schutzanlagen

Nach landeseinheitlicher Festlegung wird die Schutzwirkung von Hochwasserschutzbauwerken – und damit der Hochwasserschutzgrad – unter Einbeziehung eines notwendigen Freibords berechnet. Hierfür muss die jeweils notwendige Freibordvorgabe ermittelt werden. Bei sonstigen damm- beziehungsweise mauerähnlichen Strukturen (längsbegleitende Bauwerke und Strukturen) ist ein vergleichbares Vorgehen anzusetzen.

Für die Betrachtung in den HWGK gelten folgende Vorgaben/Empfehlungen:

1.3.4.1 Dämme

In Abhängigkeit von der Dammgröße/-bedeutung werden gemäß DWA-Merkblatt M-507 Teil 1 (DWA-M 507-1)³ die folgenden Mindestfreibordvorgaben empfohlen:

- Dämme bis 3 m Höhe: 0,5 m
- zwischen 3 und 5 m Dammhöhe:
gleitende Mindestfreibordhöhe von 0,5 bis 1,0 m
- Dämme ab 5 m Höhe: 1,0 m

Entscheidend ist dabei die Höhe der Dammkrone über der landseitigen Geländehöhe. Die DIN 19700 Teil 13⁴ wird hier nicht angewandt, da sie eine Unterscheidung zwischen Flusssdeichen und Stauhaltungsdämmen voraussetzt, aus der unterschiedliche sicherheitsbezogene Anforderungen an das Bauwerk resultieren. Im Rahmen der HWGK stehen jedoch keine Sicherheitsaspekte im Vordergrund, sondern rechtliche Regelungen.

Ausnahmen:

Bei der Festlegung der Freibordvorgabe kann von obigem Vorgehen bei folgenden Gegebenheiten abgewichen werden:

- Es liegt ein Planfeststellungsbeschluss oder eine Plangenehmigung vor, die eine abweichende Freibordvorgabe vorsieht. Die Auswertung erfolgt dann mit der in den Genehmigungsunterlagen benannten Freibordvorgabe.
- Es liegen Planunterlagen, Untersuchungen oder Gutachten vor, welche nachweisen, dass eine vom DWA-M 507-1 abweichende Freibordvorgabe zulässig ist.

³ DWA-M 507-1:2011-12 Deiche an Fließgewässern - Teil 1: Planung, Bau und Betrieb

⁴ DIN 19700-13:2019-06 Stauanlagen - Teil 13: Staustufen

Beispiel: Es ist nachgewiesen, dass sich Spundwände bis knapp unter die Dammkrone in dem Damm befinden. In diesem Fall kann die Freibordvorgabe entsprechend für Mauern und mobile Elemente festgelegt werden.

- Bei Dämmen kleiner 3 m ist eine Ergänzung der Empfehlungen des DWA-M 507-1 denkbar. Grundsätzlich ist eine Abweichung vom Mindestfreibord, wie in der folgenden Tabelle dargestellt, möglich. Voraussetzung ist, dass in der HWGK-Hydraulik aufgrund der Ortsbegehung abgeschätzt wird, dass eine solche Ergänzung zulässig ist. Kriterien sind insbesondere die Homogenität der Bauwerkshöhe und auch der allgemeine Eindruck. Diese Abschätzung stellt jedoch keine Sicherheitsuntersuchung dar.

Tabelle 1: Staffelung Freibordvorgaben für kleine Dämme.

Dammhöhe [m]	Mindestfreibord [m]
< 1,0	0,2
1,0 – 1,5	0,3
1,5 – 2,0	0,4
2,0 – 3,0	0,5

1.3.4.2 Feste Mauern und mobile Schutzanlagen

Für feste Mauern und mobile Schutzanlagen gelten folgende Richtwerte:

- bis 1,0 m Höhe beträgt die Freibordvorgabe mindestens 0,2 m.
- ab 1,0 m bis 2,0 m Höhe beträgt die Freibordvorgabe mindestens 0,3 m.

1.3.4.3 Sonstige damm- beziehungsweise mauerähnliche Strukturen / Gewässerbegleitenden Längsstrukturen

Für sonstige als dicht klassifizierte damm- beziehungsweise mauerähnliche Strukturen, die als Gewässerbegleitende Längsstrukturen (siehe Kap. 1.3.6) erfasst sind, wird analog zur Freibordvorgabe bei den Hochwasserschutzanlagen grundsätzlich ein:

- Sicherheitsabschlag von min. 0,2 m und max. 1,0 m

festgesetzt.

Damit werden Ungenauigkeiten im digitalen Geländemodell sowie Durchlässigkeiten der Trag- beziehungsweise Schotterschichten Rechnung getragen (z.B. bei Straßen- und Bahndämmen).

Bei der Ermittlung der Überschwemmungsflächen bis HQ_{10} kann bei Gewässerbegleitenden Längsstrukturen im Einzelfall in Abstimmung mit dem AG auf die Berücksichtigung des Sicherheitsabschlags verzichtet werden.

1.3.4.4 Privater Objektschutz

Private Objektschutzmaßnahmen sind grundsätzlich nicht zu berücksichtigen, wenn nur Wirkungen auf ein einzelnes Gebäude zu erwarten sind. Nimmt aber der private Objektschutz Einfluss auf die Überflutungsflächen auch außerhalb des Grundstücks, auf dem sich der Objektschutz befindet, ist analog zum vorherigen Kapitel (Kap. 1.3.4.3) zu verfahren.

1.3.4.5 Gewerblicher Objektschutz

Grundsätzlich werden in der HWGK nur öffentliche Schutzmaßnahmen als Schutzanlage dargestellt, welche rechtmäßig erstellt worden sind. Darüber hinaus können Strukturen, die eine relevante lokale Hochwasserschutzwirkung haben (bspw. Hochwasserschutz um größere Industrie- oder Gewerbebetriebe), im Einzelfall als Hochwasserschutz in den HWGK dargestellt werden. Die Untere Wasserbehörde entscheidet dies im Einvernehmen mit dem örtlich zuständigen Regierungspräsidium. Die Darstellung erfolgt entsprechend den Kap. 1.3.4.1 und 1.3.4.2.

1.3.5 Geschützte Bereiche beziehungsweise Wirkungsbereiche von Hochwasserrückhaltebecken (HRBen)

1.3.5.1 Geschützter Bereich HQ_{100} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen

Bei Flächen hinter linienhaften Hochwasserschutzanlagen (z.B. Dämmen) mit einem Schutzgrad $\geq HQ_{100}$ wird der „Geschützte Bereich HQ_{100} “ dargestellt. Die Abgrenzung für die HWGK erfolgt über die Fläche, welche ohne die Schutzwirkung der linienhaften Schutzanlage bei einem HQ_{100} betroffen wäre. Geschützte Bereiche sind für das Szenario HQ_{100_oHRB} nicht auszuweisen, auch dann nicht, wenn linienhafte Schutzeinrichtungen in diesem Szenario ausreichend Schutz bieten.

Bei größeren dammgeschützten Gebieten werden Berechnungen von Dammbreschen-szenarien (gemäß Kap. 1.7.4) erforderlich. Diese sind in Lage und Umfang mit dem AG abzustimmen.

1.3.5.2 Geschützter Bereich HQ_{1000} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen

Analog zum Geschützten Bereich HQ_{100} sind hinter linienhaften Schutzeinrichtungen mit einem Schutzgrad größer oder gleich HQ_{1000} Geschützte Bereiche HQ_{1000} zu ermitteln und darzustellen.

1.3.5.3 Wirkungsbereich von HRBen bei HQ₁₀₀

Der Wirkungsbereich eines HRB bei HQ₁₀₀ stellt dar, wie weit sich beim Szenario HQ₁₀₀ die abflussreduzierende Wirkung eines HRB nach Unterstrom nachweisen lässt. Innerhalb des Wirkungsbereichs ist der Wasserspiegel im Gewässer gegenüber dem Zustand ohne HRB reduziert. Der Wirkungsbereich unterhalb eines HRB muss vom AN plausibel abgegrenzt werden. Für die Abgrenzung des Wirkungsbereichs sind Kriterien festzulegen, bis wohin sich die beiden Szenarien HQ_{100_oHRB} (siehe Kap. 1.4.3.1) und HQ₁₀₀ signifikant unterscheiden. Je nach Einzugsgebiet können unterschiedliche Kriterien sinnvoll sein. Ein Kriterium könnte beispielsweise die Differenz zwischen errechnetem Wasserstand bei HQ_{100_oHRB} und HQ₁₀₀ $\leq 0,05$ m sein oder signifikante Änderungen der Flächenausbreitung. Die Kriterien sind mit dem AG abzustimmen.

1.3.5.4 Geschützte Bereiche bei HQ₁₀₀ im Wirkungsbereich unterhalb von HRBen

Die resultierenden geschützten Bereiche bei HQ₁₀₀ im Wirkungsbereich unterhalb des HRB ergeben sich durch die Differenz der Überflutungsflächen von HQ_{100_oHRB} und HQ₁₀₀ (= Flächen, die durch die Beckenwirkungen bei HQ₁₀₀ trockenfallen).

Auch die Wirkungen von HRBen mit Schutzgrad $< HQ_{100}$ werden als geschützter Bereich HQ₁₀₀ im Wirkungsbereich unterhalb von HRBen dargestellt, wenn durch das Becken bei HQ₁₀₀ noch eine abflussreduzierende Wirkung gemäß den oben genannten Kriterien vorhanden ist.

1.3.5.5 Geschützter Bereich HQ₁₀₀ HWGK

Die in der HWGK darzustellenden geschützten Bereiche bei HQ₁₀₀ setzen sich zusammen aus den

- Geschützten Bereichen HQ₁₀₀ hinter linienhaften Schutzeinrichtungen (siehe Kap. 1.3.5.1) und den
- Geschützten Bereichen HQ₁₀₀ im Wirkungsbereich unterhalb von HRBen (siehe Kap. 1.3.5.4).

Hinweis: Für HQ₁₀₀₀ wird der geschützte Bereich nur hinter linienhaften Schutzeinrichtungen ermittelt. Ein HQ₁₀₀₀ ohne Berücksichtigung von Beckenwirkungen wird zwar für den Abgleich der Modell-Harmonisierung (siehe Kap. 1.4.2 beziehungsweise 2.1.1) berechnet, aber nicht für die HWGK aufbereitet. Somit liegt hierfür auch kein Wirkungsbereich vor.

1.3.6 Längsbegleitende Bauwerke und Strukturen „Gewässerbegleitende Längsstrukturen“

Längsbegleitend zu Gewässern gibt es – neben den Hochwasserschutzdämmen – unterschiedlichste dammartig wirkende Bauwerke und Erdstrukturen, wie z.B. Straßen- und Eisenbahndämme beziehungsweise ufernahe Gebäude mit Hochwasserschutzwirkung (die ufernahen Gebäude, gehören zwar keinem Schutzsystem an, aber sie verhindern die Ausbreitung von Überflutungen aufgrund ihrer Form und Bausubstanz).

Diese längsbegleitenden Strukturen und Bauwerke müssen in der Wirkung in der hydraulischen Berechnung berücksichtigt werden.

Zusätzlich ist die Erfassung als Linienthema (siehe Kap. 0) erforderlich, wenn das Bauwerk beziehungsweise die Struktur abflussrelevant ist (also mehr als nur punktuell Einfluss auf die Flächenausbreitung nimmt) und im Mittel mehr als 0,5 m über das umliegende Gelände hinausragt. Für die weitere Betrachtung gilt folgende Fallunterscheidung:

Außerhalb von Siedlungsbereichen wird im HWGK-Kontext davon ausgegangen, dass diese Bauwerke durchlässig sind (beispielsweise durch Gewässerkreuzungen oder Feldwege u. ä.). Es besteht also eine direkte Verbindung zum Gewässer. Diese Fließbeziehungen sollten, sofern keine Vermessung der Verbindungsbauwerke vorliegt, zumindest in abgeschätzter Weise in das Modellergebnis aufgenommen werden (z.B. durch eine Ausspiegelung). Hiervon kann abgewichen werden, wenn aufgrund von Vor-Ort-Kenntnissen sichergestellt ist, dass eine Durchlässigkeit ausgeschlossen werden kann.

Innerhalb von Siedlungsgebieten ist durch den AN zu prüfen, ob Durchlässe vorhanden und entsprechend bei der Berechnung zu berücksichtigen sind. Wenn sichergestellt ist, dass dies nicht der Fall ist, können diese Bauwerke als dicht angesehen werden. Einzelfallentscheidungen ‚durchlässig‘/‚dicht‘ sind im Bericht zu dokumentieren.

Hinter Bauwerken, welche als dicht klassifiziert werden, wird ein potenzieller Überflutungsbereich hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ_{100} ausgewiesen (siehe Kap. 1.3.6.1). Potenzielle Überflutungsbereiche hinter als dicht klassifizierten gewässerbegleitenden Längsstrukturen werden für die Jährlichkeiten HQ_{10} und HQ_{50} gelöscht und in den HWGK nicht dargestellt. Für HQ_{1000} werden die potenziellen Überflutungsbereiche nicht gelöscht, sondern als Hauptwasserkörper dargestellt.

Wird ein gewässerbegleitendes Bauwerk als durchlässig angenommen, werden für alle dargestellten Jährlichkeiten die Flächen hinter dem längsbegleitenden Bauwerk als überfluteter Bereich dargestellt. Es sind in diesem Fall auch Überflutungsflächen ohne Anschluss an den Hauptwasserkörper zugelassen. Die Flächen HQ_{10} und HQ_{50} werden somit nicht gelöscht.

HINWEIS: Bei der Festlegung der maßgebenden Bauwerkshöhe für die HWGK an als dicht klassifizierten Bauwerken ist ein Sicherheitsabschlag analog zum Freibord wegen Setzungen, Messungenauigkeiten, Gleiskörpern usw. vorzunehmen (siehe Kap. 1.3.4.3). In begründeten Einzelfällen kann hiervon abgewichen werden (Beispiel: vier-spurige Bundesstraße). Eine Auswertung des Sicherheitsabschlags analog zur Sicherheitsbetrachtung von Hochwasserschutzanlagen ist für alle HQ_T erforderlich. Ist der Sicherheitsabschlag in der Auswertung der HQ_T nicht eingehalten, ist das längsbegleitende Bauwerk für das jeweilige HQ_T als „durchlässig“ einzustufen.

1.3.6.1 Potenzielle Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ_{100}

Als potenzielle Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ_{100} werden diejenigen Bereiche bezeichnet, welche hinter als dicht klassifizierten längsbegleitenden Bauwerken und Strukturen mit Hochwasserschutzwirkung (siehe Kap. 1.3.6) aufgrund ihrer Höhenlage als überflutungsgefährdet angesehen werden können. Diese Bereiche werden analog den geschützten Bereichen HQ_{100} ermittelt und dienen dem Informationsgewinn für die Gefahrenabwehr. Potenzielle Überflutungsbereiche bei HQ_{100} sind insbesondere innerhalb von Ortslagen auszuweisen (siehe auch Kap. 0: CODE „2“). Im Außenbereich sind potenzielle Überflutungsbereiche als separater (nicht direkt mit dem Gewässer verbundener) Hauptwasserkörper auszuweisen. Wird im Einzelfall eine Längsstruktur als dicht klassifiziert, kann in Absprache mit dem AG ein potenzieller Überflutungsbereich bei HQ_{100} ausgewiesen werden. In beziehungsweise hinter Geschützten Bereichen HQ_{100} sowie in Bereichen von Verdolungen werden keine potenziellen Überflutungsbereiche ausgewiesen. Potenzielle Überflutungsbereiche, die von geschützten Bereichen des Szenarios HQ_{100_oHRB} komplett überlagert werden, sind zu löschen.

Potenzielle Überflutungsbereiche werden ausschließlich für HQ_{100} ausgewiesen. Potenzielle Überflutungsbereiche mit einer Fläche $< 100 \text{ m}^2$ sind zu löschen.

1.3.7 Stege, Brücken und Verdolungen

An den Gewässerstrecken der HWGK finden sich „Stege“, „Brücken“ und „Verdolungen“, die begrifflich nicht abschließend voneinander abgegrenzt sind. Der Übergang ist meist fließend. Mit den nachfolgenden Begriffsbestimmungen soll eine Handreichung gegeben werden, wie die Begriffe zu verwenden beziehungsweise welche unterschiedlichen Bearbeitungsschritte sich daraus ergeben. Die Einschätzung, ob eine hydraulische Berücksichtigung erforderlich ist, obliegt dem ausführenden Hydraulikbüro.

1.3.7.1 Stege

Stege dienen im überwiegenden Fall zur Überquerung von Gewässern für Fußgänger und gegebenenfalls Radfahrer. Häufig lässt sich nicht eindeutig erkennen, ob Stege einem privaten oder öffentlichen Zwecke dienen. Die Ausführung erfolgt eher in einfacher Art und Weise – gebräuchlich ist die Ausführung ohne Handlauf oder erkennbare Widerlager. Die Widerstandskraft bei Hochwasserereignissen wird als gering angesehen – eine zumindest teilweise Beschädigung des Bauwerks erscheint wahrscheinlich. Eine Bemessung auf ein Hochwasser – insbesondere HQ_{100} – ist die Ausnahme.

Stege sind in der Regel in der HWGK nicht zu berücksichtigen. Die Berechnung und Darstellung erfolgen so, als wäre kein Steg vorhanden. Die Entscheidung, ob für den jeweiligen Steg eine hydraulische Berücksichtigung erforderlich ist, obliegt dem ausführenden Hydraulikbüro und muss begründet werden.

1.3.7.2 Brücken

Brücken dienen im überwiegenden Maße einem öffentlichen Zweck. Sie ermöglichen eine Überquerung für schwere und leichte Fahrzeuge sowie für Fußgänger und Radfahrer. Zumeist wird das Bauwerk im Hochwasserfall zur Bewältigung des Ereignisses benötigt (Fluchtweg, Evakuierungsweg, etc.). Passierbare Brücken können im Hochwasserfall beispielsweise ein entscheidendes Glied im Alarm- und Einsatzplan einer Kommune sein. Brückenbauwerke sind zumeist widerstandsfähig mit Widerlagern und je nach Spannweite mit mehreren Brückenpfeilern ausgeführt, sodass durch Hochwasser nur geringe Beschädigungen auftreten. Eine Bemessung auf den Hochwasserfall ist in der Regel erfolgt.

Brücken sind im Rahmen der hydraulischen Berechnungen zu berücksichtigen. Pfeiler und Widerlager müssen in das hydraulische Modellnetz eingearbeitet werden. Wird ein Druckabfluss erwartet, sind die Konstruktionsunterkanten (KUK) zu definieren. Ist darüber hinaus mit Überströmen zu rechnen, ist der Überströmanteil über 1D-Wehrelemente mit der Fahrbahnoberkante als Kronenhöhe zu berücksichtigen. Sollte die Geländerkonstruktion im Hochwasserfall hydraulisch relevant sein, ist in diesem Fall die Geländeroberkante anzusetzen.

Im GIS und somit in der HWGK werden das Gewässerbett und die Centerline des Gewässers im Bereich der Brücke durchgängig als Gewässerstrecke dargestellt. Im HydDGM/HydTERRAIN sind die Gewässersohle und eine vereinfachte Bauwerksgeometrie (z.B. Widerlager, keine Pfeiler) abzubilden. Somit werden auch die Überflutungsflächen und -tiefen durchgehend dargestellt. Bei Überströmen der Brücke sind die Wasserspiegelhöhen beziehungsweise die Überflutungstiefen im Bereich der gesetzten KUK-Höhen im GIS gegebenenfalls anzupassen.

Für die Szenarien HQ₁₀₀ und HQ₁₀₀₀ ist ein Brückenstatus (Einstau bei Hochwasser) zu erheben und in die Punkt-Feature-Class „Brückenstatus“ (siehe Kap. 4.3) aufzunehmen. Auch bei großen Brücken (Talbrücken etc.), welche gegebenenfalls nicht vermessen sind, ist ein Brückenstatuspunkt zu setzen.

1.3.7.3 Verdolungen/Verrohrungen

Im Rahmen der HWGK sind die Leistungsfähigkeiten von Verdolungen zu berechnen. Längere Verdolungen finden sich meist innerhalb von Ortslagen. Kurze Verdolungen haben teilweise ähnliche Eigenschaften wie Brückenbauwerke und Stege. Im Außenbereich werden mit kurzen verrohrten Abschnitten beispielsweise Grundstücke für Fahrzeuge erschlossen und Überfahrten erzeugt. Die Geometrien solcher „Verrohrungen“ werden im Rahmen der HWGK-Vermessung an HWGK-Gewässern aufgenommen und sind hydraulisch (Leistungsfähigkeit/Überströmen) in der hydraulischen Berechnung entweder als Brücke oder als Verdolung zu berücksichtigen. Die Voreinschätzung aus der Vermessung, ob es sich um eine Brücke oder eine Verdolung/Verrohrung handelt, kann bei Bedarf angepasst werden. Hierbei ist zu beachten, dass auch die Centerline und das HydTERRAIN anzupassen sind.

In Fällen, in denen die Unterscheidung nicht eindeutig ist, ist die Zuordnung mit dem örtlich zuständigen Regierungspräsidium abzustimmen.

An Verdolungen wurden mindestens die Einlauf- und Auslaufprofile durch die Vermessung erfasst. Zudem wurden die Verläufe der Verdolungen im HWGK-Gewässernetz im Rahmen der HWGK-Ersterstellung weitestgehend ermittelt. Verdolungsstrecken sind im Gewässernetz durch Attributierung der Centerline entsprechend zu kennzeichnen. Im HydTERRAIN/HydDGM ist im Bereich der Verdolung die Geländehöhe (Geländeoberkante) abzubilden. Entlang einer Verdolungsstrecke werden Überflutungsflächen nur für einen eventuell vorhandenen Oberflächenabfluss dargestellt. Am Einlaufprofil ist analog zum Brückenstatus für HQ₁₀₀ ein „Verdolungsstatus“ entsprechend den Datenvorgaben in Kap. 0 (siehe auch Kap. 4.4) zu erheben. Ein Verdolungseinlauf ist als „Vollfüllung oder Druckabfluss (Leistungsfähigkeit erreicht oder überschritten)“ zu klassifizieren, wenn der errechnete Wasserspiegel bei HQ₁₀₀ höher ist als die Oberkante der Einlaufgeometrie (z.B. Rohr) oder die explizite hydraulische Berechnung für den Abflussquerschnitt einen Druckabfluss ermittelt hat.

Vor der hydraulischen Berechnung ist ein geeignetes Verfahren zur Berechnung der Leistungsfähigkeiten von Verdolungen mit dem AG abzustimmen. Der Ansatz über 1D-Elemente in HydroAS ist zulässig. Für Verdolungen mit einer Länge von über 50 m sind zusätzlich Vergleichsrechnungen durchzuführen, zu bewerten und vorzulegen, wel-

che die Leistungsfähigkeit der Verdolungen in Abhängigkeit der Zulauf-Ablauf-Wasserstände wiedergeben. Diese Werte können im Modellnetz als Abflussrandbedingungen hinterlegt werden. Bei sehr langen Verdolungen (> 1 km) sind die Auswirkungen des Berechnungsverfahrens (Punkt-zu-Punkt-Beziehung) auf den instationären Abflussprozess in der hydraulischen Berechnung zu berücksichtigen, sofern dies nicht schon softwareseitig berücksichtigt ist. Etwaige Einlaufverluste von Rechen oder von Einlaufbauwerken sind zu berücksichtigen.

Die ermittelten Leistungsfähigkeiten sind in der Attributtabelle der Centerline (siehe Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) in der Spalte „Verdolung_Leistung“ zu dokumentieren. Das Vorgehen sowie die Berechnungsparameter bei den Verdolungen sind im Bericht zu beschreiben. Die Handbücher und Dokumentationen zu HydroAS sind zu beachten.

1.3.7.4 Dümer

Ein Düker ist eine besondere Form der Verrohrung zur Kreuzung zweier Gewässer. Dümer sind analog zu Verdolungen zu behandeln. Für Dümer sind immer Vergleichsrechnungen der Leistungsfähigkeit durchzuführen.

1.3.8 Abflussrelevante Strukturen (ArS)

Im Rahmen des Hochwasserrisikomanagement (HWRM)-Projektes in Baden-Württemberg, vorrangig bei der Berechnung von Starkregengefahrenkarten und der Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarte, wird sukzessive eine Datensammlung aufgebaut, welche hochwasser- beziehungsweise oberflächenabflussrelevante Strukturen auf den Vorländern beinhaltet. Abflussrelevante Strukturen umfassen sämtliche hydraulisch wirksamen Elemente, welche nicht bereits im PP02 (vgl. Kapitel 5.2.2) in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde (UWB) als Hochwasserschutzanlagen (HWS) oder gewässerbegleitende Längsstruktur definiert wurden sowie nicht vermessene Verdolungen und Durchlässe im Vorland. Hierbei handelt es sich um punktuelle, linienhafte oder flächenhafte Veränderungen in den Vorländern, welche im hydraulischen Modell, dem HydTERRAIN beziehungsweise HydDGM nachgeführt werden und einen Einfluss auf das Abflussgeschehen haben können. Die ArS dienen demnach als strukturierte Datengrundlage zur Dokumentation hochwasser- beziehungsweise oberflächenabflussrelevanter Strukturen in den Vorländern. Hierzu zählen unter anderem Hinweise auf Durchlässe, Verwallungen oder großflächige Geländeerhöhungen, beispielsweise infolge neuer Baugebiete.

Sofern im Bearbeitungsgebiet bereits eine ArS-Datenbank besteht, wird diese als Hinweis-Datenbank zu Projektbeginn zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Bearbeitung sind weitere abflussrelevante Strukturen zu erfassen. Diese sind, sofern sinnvoll, parallel

auch im HydTERRAIN einzubauen. Die Daten sind entsprechend den Vorgaben in Kap. 0 abzugeben.

1.3.9 Mündungsbereiche / Mündungsformel

Betrachtet man die Wahrscheinlichkeit eines zeitgleichen Zusammentreffens von Hochwasserscheiteln an Mündungspunkten, so wird die mögliche Bandbreite durch die beiden folgenden Fälle abgedeckt:

1. Bei sehr unterschiedlich großen Einzugsgebieten von Haupt- und Nebengewässer ist ein zeitgleiches Zusammentreffen von Hochwasserscheiteln gleicher Jährlichkeit zunehmend unwahrscheinlich. Gründe hierfür sind:
 - Die Hochwasser auslösenden Niederschlagsereignisse sind in sehr kleinen Einzugsgebieten oft sommerliche Gewitterniederschläge, in den größeren Einzugsgebieten hingegen eher länger andauernde, großflächigere Niederschlagsfelder (z.T. in Verbindung mit einer Schneeschmelze). Diese jeweils typischen Hochwasserauslöser treten in der Regel in verschiedenen Jahreszeiten, also nicht zeitgleich auf.
 - Eine weitere Ursache für ein zeitversetztes Auftreten der Hochwasserscheitel unterschiedlich großer Einzugsgebiete sind die jeweils unterschiedlichen Flusslängen und die damit verbundenen kürzeren Fließzeiten der Hochwasserwellen in kleinen Gebieten und längeren Fließzeiten in größeren Gebieten.
2. Beim Zusammenfluss von zwei Gewässern mit nahezu gleich großen Einzugsgebieten ist ein zeitnahes Zusammentreffen der beiden Hochwasserscheitel dagegen wahrscheinlicher, da die jeweils hochwassererzeugenden Niederschlagsfelder i.d.R. zum gleichen meteorologischen Typus gehören. Auch die Fließzeiten der Hochwasserwellen können bei gleichen Gebietsgrößen und Gebietseigenschaften in beiden Gebieten in etwa gleich sein.

In der Fortschreibung der HWGK wird der Zeitversatz beim Zusammenfluss in der hydraulischen Berechnung durch einen instationären Ansatz (siehe Kap. 1.7.1) abgebildet. Für stationäre Betrachtungen, beispielsweise in einer HWGK-AF, wird aber weiterhin ein geeigneter Ansatz für die Wellenüberlagerung benötigt.

Im Rahmen der Ersterstellung wurde dazu ein Verfahren entwickelt, mit dem die oben genannten grundsätzlichen Zusammenhänge für beliebige Mündungspunkte in Baden-Württemberg quantifiziert werden können. Bezogen auf ein gegebenes HQ_T im Nebengewässer berechnet das Verfahren den zeitgleich anzusetzenden Abfluss im Vorfluter

(rot markiert in der Skizze). Dieser Abfluss liefert einen Anhaltswert für die untere Randbedingung (Vorfluterrückstau) bei der Wasserspiegellagenberechnung für den Seitenfluss.

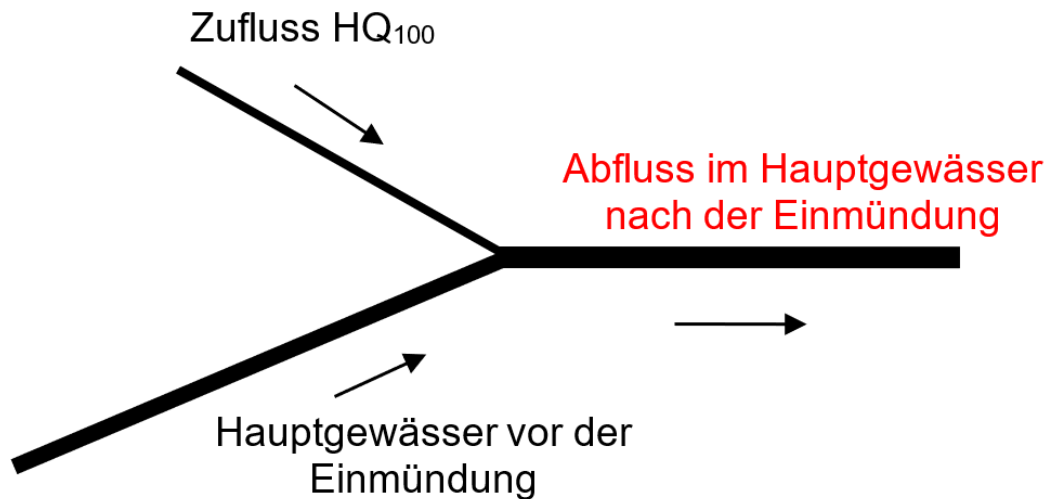


Abbildung 1: Schematische Darstellung zur Mündungsformel

Als geeignetes Berechnungsverfahren hierzu ist die sogenannte Mündungsformel einzusetzen. Die Mündungsformel ist eine mathematische Hilfskonstruktion (keine wissenschaftliche Lösung), um mit einem landeseinheitlichen Verfahren abzuschätzen, welcher Abfluss im Vorfluter zeitgleich zu einem betrachteten HQ_T -Scheitel im seitlichen Zufluss erwartet wird.

Die Mündungsformel besagt, dass der im Vorfluter anzusetzende Abfluss eine Funktion ist zwischen dem Verhältnis der logarithmierten HQ_T -Werte von Zufluss beziehungsweise dem Vorfluter vor dem Mündungspunkt, multipliziert mit dem HQ_T -Wert des Vorfluters nach dem Mündungspunkt:

$$Q_{nachMündung} = \frac{\ln(HQ_T \text{ Zufluss})}{\ln(HQ_T \text{ Vorfluter vor der Einmündung})} \cdot HQ_T \text{ (Vorfluternach der Einmündung)}$$

Abbildung 2: Mündungsformel

In Fällen, dass die o.g. Gleichung negative Werte oder Null ergibt ($HQ_T \text{ Zufluss} \leq 1,0$) wird für $Q_{nach Mündung}$ das HQ_2 eingesetzt.

Die Startwasserstände für die mündenden Gewässer sind aus den hydraulischen Berechnungen der Vorfluter auf Basis der ermittelten HQ_T -Werte zu entnehmen. Erfolgt

keine eigene Berechnung des Vorfluters sind die Ergebnisse aus den Ergebnissen der bestehenden HWGK abzuleiten. Die Startwasserspiegelhöhe des HQ_T -Wertes kann dabei durch Interpolation zwischen den berechneten Stützstellen der Wasserspiegellage des Vorfluters ermittelt werden.

Liegen keine hydraulischen Berechnungen für den Vorfluter vor, sind andere Verfahren zur Festlegung eines Startwasserstandes mit dem AG abzustimmen.

1.4 Szenarien / Berechnungsvorgaben

1.4.1 Allgemein

Es sind unter Berücksichtigung vorhandener Schutzeinrichtungen folgende Szenarien zu berechnen:

- MQ (nur nach besonderer Beauftragung)
- HQ_2 (wird nur hydraulisch berechnet und die Rohergebnisse aufbereitet. Dieses Szenario wird nicht in der HWGK dargestellt)
- HQ_{10} (entspricht Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit gemäß WHG)
- HQ_{50}
- HQ_{100} (entspricht Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit gemäß WHG)
- HQ_{1000} (entspricht Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit gemäß WHG)

Hinweis: Ein Szenario beinhaltet mehrere Berechnungsläufe mit unterschiedlichen Dauerstufen / Niederschlagsminderungen.

Für den iterativen Abgleich der hydrologischen und hydraulischen Modellierung (Harmonisierung des Flood Routings) sind folgende Abflussszenarien im potenziell natürlichen Zustand zu berechnen (siehe Kap. 1.4.2 bzw. 2.1.1):

- HQ_{100_oHRB} für zwei Dauerstufen (kurz und lang) (HQ_{100} ohne die Berücksichtigung der Schutzwirkungen aller HRBen im Untersuchungsgebiet, sofern welche vorhanden sind; gemäß Definition Kap. 1.4.3.1)
- HQ_{1000_oHRB} (mindestens eine Dauerstufe, nur hydraulisch zu berechnen und vorzulegen, Aufbereitung der berechneten Abflussganglinien an den definierten Kontrollknoten; keine Darstellung in der HWGK)

Für die Ermittlung des HW_{EXTREM} ist neben dem HQ_{100_oHRB} gegebenenfalls abschnittsweise zusätzlich folgendes Sonderszenario zu berechnen:

- $HQ_{100_verklaust}$ (gemäß Definition Kap. 1.4.3.2 beziehungsweise 1.4.3.3)

Zusätzlich sind folgende Vorgaben zu beachten:

- Für HQ_{1000} wird eine etwaige Wirkung von HRBen berücksichtigt. D.h. es werden die gedämpften Werte HQ_{1000} aus dem hydrologischen Modell (siehe Kap. 1.5.4) herangezogen, falls diese in den zur Verfügung gestellten Daten nachweisbar ist.
- Gebiete, welche durch linienhafte Hochwasserschutzanlagen (Dämme) geschützt sind, müssen in der Regel mittels Breschensimulationen ermittelt und dargestellt werden (siehe Kap. 1.7.3 beziehungsweise 1.7.4).
- Längsbegleitende Bauwerke und Strukturen müssen berücksichtigt werden (siehe Kap 1.3.6).
- Bei 2D-Berechnungen muss der oberirdische Gebäudebestand im HN-Modell als nicht durchströmbar (disabled elements, HydroAS) berücksichtigt werden. Bei den Modellergebnissen müssen in der GIS-Nachbearbeitung die hierdurch in den Wasserspiegellagen berechneten Löcher durch die in Kap. 3.3 beschriebenen Interpolationen wieder geschlossen werden.
- Grundsätzlich werden Grundwasserzu- und -abflüsse nicht berücksichtigt. Sollte im Rahmen der Bearbeitung festgestellt werden, dass diese Parameter eine signifikante Rolle spielen, hat der AN dem AG einen Vorschlag vorzulegen, wie dies abgebildet werden kann.
- Geplante Maßnahmen im und am Gewässer sowie auf den überflutungsgefährdeten Vorländern werden berücksichtigt, wenn diese zum vom AG benannten Stichtag plangenehmigt/planfestgestellt sind und die Finanzierung gesichert ist.

1.4.2 Abflussszenarien im potenziell natürlichen Zustand (ohne Ansatz von Beckenwirkungen) HQ_{x_oHRB}

Für den Abgleich der Retentionseffekte zwischen hydrologischer und hydraulischer Modellierung (Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell; siehe Kap.2.1.1) sind Abflussszenarien zu berechnen, die einen Rückschluss darauf geben, ob die in der hydrologischen Modellierung angesetzten Retentionswirkungen sich auch im hydrodynamischen Modell widerspiegeln. In diesen Szenarien werden die Wirkungen der Hochwasserrückhaltebecken (HRBen) nicht berücksichtigt, also die abflussreduzierende Wirkung der HRBen nicht angesetzt. Diese Szenarien betrachten nicht das technische Versagen (Bruch) eines HRB, sondern den theoretischen Zustand ohne Bauwerk. Sind mehrere Becken hintereinander angeordnet beziehungsweise erzeugen zusammen ihre Gesamtwirkung, wird der Ausfall aller HRBen betrachtet. Diese Szenarien werden als HQ_{x_oHRB} bezeichnet und stellen den potenziell natürlichen Zustand ohne Beckenwirkungen dar. Sie sind die Basis für den Abgleich zwischen hydrologischer und instationärer hydrodynamischer Modellierung (siehe Kap. 2.1 ff.) und zeigen lokal Gefährdungsbereiche unterhalb von HRBen auf.

1.4.3 Extremhochwasser (HW_{EXTREM})

Ein Extremhochwasser (HW_{EXTREM})⁵ ist die Umhüllende unterschiedlicher Gefahrensituationen und berücksichtigt einerseits statistisch sehr seltene Ereignisse (Szenario HQ_{1000}) und andererseits Situationen, welche lokal z.B. durch den Ausfall von Rückhaltebecken beziehungsweise anderer Stauhaltungen wie Wehranlagen, die Verkläuserung von Brücken und Verdolungen oder an anderen Engstellen auch bei geringeren Abflüssen unterhalb des HQ_{1000} -Abflusses auftreten können. Weiterhin wird bei HW_{EXTREM} angenommen, dass die geschützten Bereiche HQ_{1000} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen (siehe Kap. 1.3.5.2) geflutet sind und diese somit als Hauptwasserkörper dargestellt werden.

Das HW_{EXTREM} wird nach den hydraulischen Berechnungen GIS-technisch aus dem Szenario HQ_{1000} und den nachfolgend beschriebenen Sonderszenarien HQ_{100_oHRB} und $HQ_{100_verklaust}$ zusammengesetzt. Zu beachten ist, dass das HW_{EXTREM} zwar flächendeckend erzeugt werden soll (für das gesamte Bearbeitungsgebiet), aber unter Umständen nicht überall das Sonderszenario $HQ_{100_verklaust}$ berechnet wird (siehe Kap. 1.4.3.2). Hier werden dann nur die Szenarien HQ_{1000} (inklusive der geschützten Bereiche bei HQ_{1000} als Hauptwasserkörper) und HQ_{100_oHRB} überlagert. Bei besonderen Risiko- und Gefahrensituationen (bspw. (n-1)-Fall an Wehranlagen)) können zusätzliche Festlegung für weitere Sonderszenarien abgestimmt werden.

1.4.3.1 HQ_{100_oHRB}

Das HQ_{100_oHRB} wird als zusätzliches Szenario für den Abgleich zwischen hydrologischer und hydraulischer Modellierung (Modell-Harmonisierung; siehe Kap.2.1.1) berechnet. Darüber hinaus liefert das Szenario aber auch Informationen zu den Wirkungsbereichen (geschützten Bereichen) unterhalb von HRBen, die im Falle eines Ausfalls der Beckenwirkung (Verschlussbauwerk konnte nicht verschlossen werden oder Becken ist bereits beziehungsweise noch voll, aber nicht Bruch eines Beckens) stärker beziehungsweise zusätzlich betroffen sein werden. Diese Flächen werden als „Geschützte Bereiche bei HQ_{100} im Wirkungsbereich unterhalb von HRBen“ (siehe Kap. 1.3.5.4) ermittelt und zusammen mit den geschützten Bereichen hinter linienhaften Schutzeinrichtungen dargestellt.

Liegen Hochwasserrückhaltebecken im Seitenschluss vor, sind die Annahmen für das HQ_{100_oHRB} zu validieren. Es können je nach örtlichen Gegebenheiten angepasste Ansätze für das Szenario HQ_{100_oHRB} (z.B. Berücksichtigung der Einlaufgeometrie in der hydraulischen Modellierung) notwendig werden.

⁵ Das Extremhochwasser zeigt einen Wasserstand auf, der sich aus der Überlagerung von verschiedenen Abflussszenarien unter Berücksichtigung von ungeplanten lokalen Aufstauwirkungen an Bauwerken ergeben kann, weshalb hierfür die Bezeichnung „HW“ verwendet wird.

1.4.3.2 HQ_{100_}verklaust

Als Sonderszenario für die Einschätzung der Gefährdungslage durch die Verklauung von Bauwerken (Brücken, Verdolungen, Wehre etc.) sind weitere Berechnungsläufe HQ₁₀₀ (jeweils mit den maßgebenden Dauerstufen) mit an den Bauwerken angepassten Geometrien durchzuführen. Die Verklauungsansätze erfolgen zunächst pauschal für alle Bauwerke auf Basis vorgegebener Regeln. Bei Bedarf können die Ansätze bei einzelnen Bauwerken angepasst werden.

Folgende Geometrieenanpassungen sind beim HQ_{100_}verklaust zu betrachten:

- Bei allen Brücken wird pauschal ein Freibordmaß von 50 cm abgezogen, indem die KUK um diesen Wert nach unten gesetzt werden (Voraussetzung die lichte Höhe ist größer 50 cm). Bei einem gewölbten Bauwerk bezieht sich der Freibord auf eine mittlere Höhenkote der Unterkante (vgl. Abbildung 4). Bei einem an sich durchströmbaren Gelände ist eine zusätzliche Berücksichtigung von Aufstau durch Treibgut anfall notwendig (Zusetzung des Geländers).

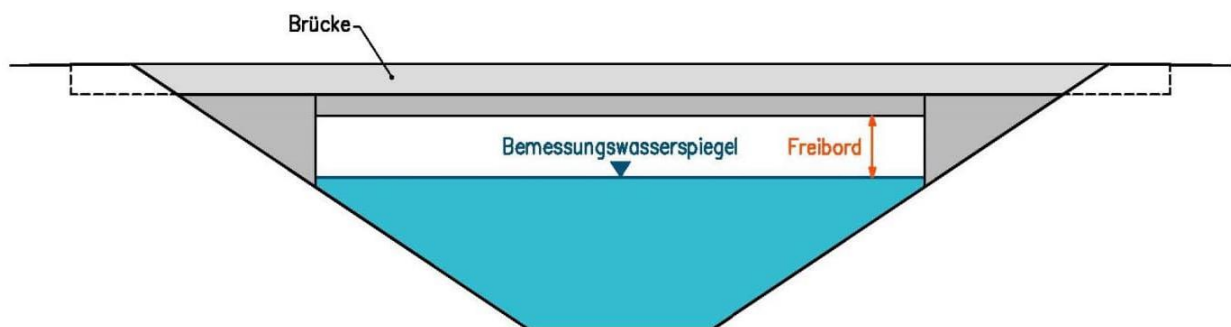


Abbildung 3: Freibord bei gerader Brückenunterkante

(Quelle: Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung in Ingenieurbauten (RE-ING), Teil 2 Brücken, Stand 12/2025)

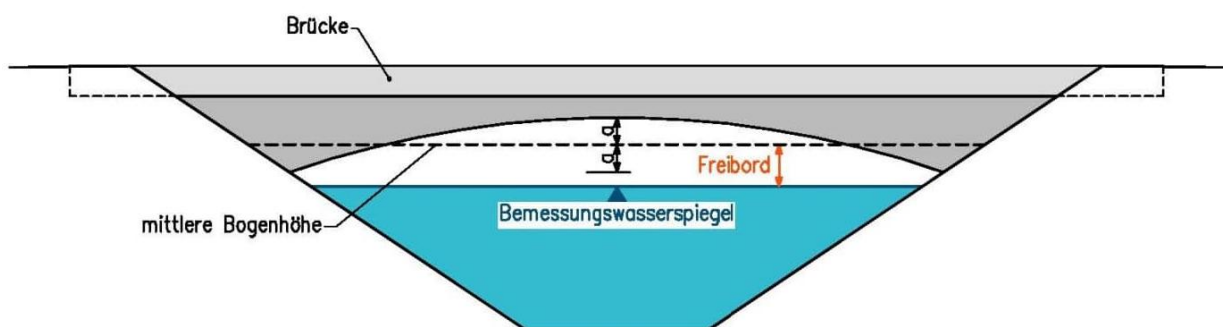


Abbildung 4: Freibord bei gebogenen Brückenunterkante

(Quelle: Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung in Ingenieurbauten (RE-ING), Teil 2 Brücken, Stand 12/2025)

- Bei Durchlässen und Verdolungen bis DN1600 (beziehungsweise 2 m² Querschnittsfläche) wird die Leistungsfähigkeit um 50 % reduziert (Reduzierung über das gesamte Abflussspektrum). Wenn die Leistungsfähigkeit nicht über eine W/Q-Beziehung bereitgestellt wird, kann alternativ mit einem Ersatzquerschnitt gerechnet werden, der 50 % der Original-Querschnittsfläche entspricht (siehe Abbildung 5).

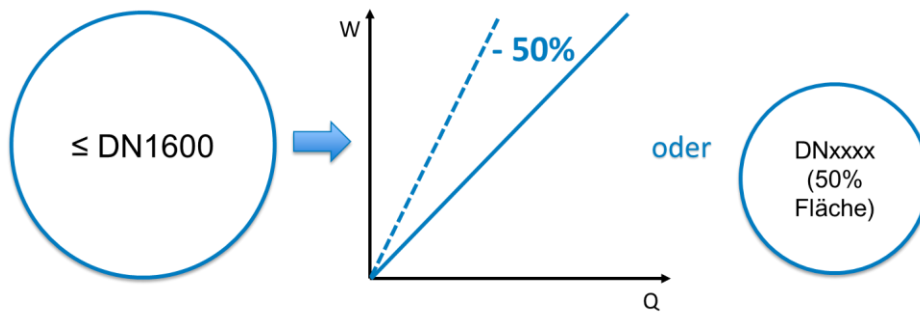


Abbildung 5: Verklauungsansatz für Durchlässe und Verdolungen bis DN1600

- Bei Durchlässen und Verdolungen größer DN1600 (beziehungsweise 2 m² Querschnittsfläche) wird analog zu den Brücken ein Freibordmaß von 50 cm abgezogen. Bei Rechteckquerschnitten können die 50 cm in der Höhe abgezogen werden (Voraussetzung die Höhe ist größer 50 cm). Bei anderen Querschnitten (Rohr etc.) ist ein Segment von 50 cm ab First abzuziehen. Auch hier kann mit flächengleichen Ersatzquerschnitten gerechnet werden. Sollten die Abflüsse über eine W/Q-Beziehung berücksichtigt werden, ist die Leistungsfähigkeit proportional zum Quotienten der Querschnittsflächen (reduziert geteilt durch unbelastet) anzusetzen. Auch hier erfolgt die Reduzierung über das gesamte Abflussspektrum (Siehe Abbildung 6).

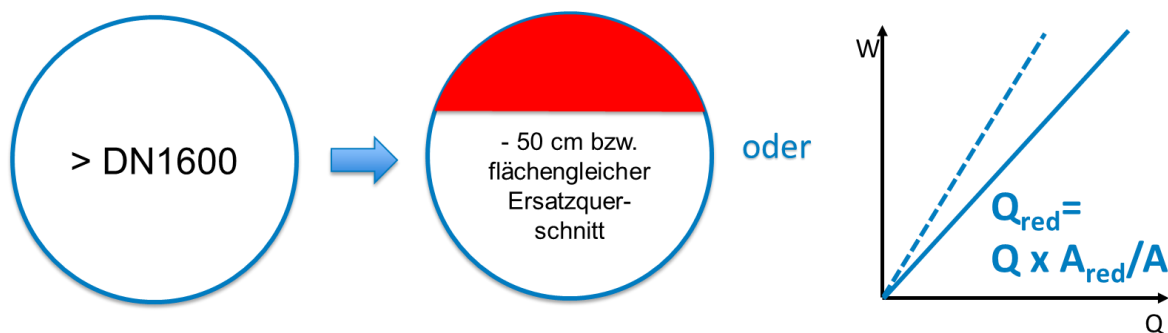


Abbildung 6: Verklauungsansatz für Durchlässe und Verdolungen größer DN1600

- Wehranlagen: Ausfall eines beweglichen Segments einer Wehranlage (sog. (n-1)-Fall). Bei mehreren beweglichen Wehrsegmenten Ausfall des größten Wehrfeldes in Staustellung.

In einem ersten Rechenlauf $HQ_{100_verklaust}$ sind zunächst alle Bauwerke nach den Vorgaben „verklaust“ anzusetzen. Bei Bedarf sind gegebenenfalls lokal mehrere Rechenläufe $HQ_{100_verklaust}$ durchzuführen, wenn die Auswirkungen (Rückhalt beziehungsweise Retention) oberhalb liegender, verklauster Bauwerke keine gesicherte Auswertung unterstromig mehr zulassen oder sich durch den Verklausungsansatz abweichende Fließwege ergeben. Diese individuellen Anpassungen sind in den Bauwerksteckbriefen (siehe Kap. 4.5) gesondert zu dokumentieren. Ansonsten erfolgt die Einschätzung der Verklausungsgefahr anhand vorgegebener Regeln (siehe ebenfalls Kap. 4.5)

Für das Szenario $HQ_{100_verklaust}$ sind keine Dammbreschenberechnungen durchzuführen. Werden Schutzeinrichtungen überströmt, sind die dahinter liegenden überfluteten Flächen in diesem Szenario als Hauptwasserkörper zu klassifizieren. Geschützte Bereiche werden für dieses Szenario nicht ausgewiesen. Beim Zusammensetzen (Überlagerung) werden an diesen Stellen stattdessen das HQ_{1000} beziehungsweise die geschützten Bereiche bei HQ_{1000} als Hauptwasserkörper maßgebend sein.

1.4.3.3 Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen ($HQ_{100_verklaust}$ -Abschnitte)

Da nicht alle Gewässerabschnitte bezüglich Gefährdung und Risiko gleichartig zu bewerten sind, werden die Abschnitte, in denen Verklausungsansätze zu berücksichtigen sind, eingegrenzt. Dies geschieht zunächst pauschal vorab durch den AN in und in unmittelbarer Nähe zu Ortslagen (Puffer 200 bis 500 Meter). Über die Aufnahme weiterer Betrachtungsabschnitte kann in Abstimmung mit dem AG im Rahmen eines Jour Fixe (siehe Kap. 5.2.1) unter Berücksichtigung des Hochwasserrisikos entschieden werden. Zur Einschätzung von Gefährdungssituationen für die Extrembetrachtung in diesen Abschnitten, aber auch für die vertiefende Dokumentation und Qualitätssicherung beim Modellaufbau, werden Informationen über die Querbauwerke (Brücken, Verdolungen, Wehre etc.) im und am Gewässer benötigt. Dazu sind Bauwerkssteckbriefe (siehe Kap. 4.5) anzulegen und zu befüllen. Die Bauwerkssteckbriefe sollen nur innerhalb dieser Gewässerabschnitte erzeugt werden.

1.4.4 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Im Rahmen einer Anlassbezogenen Fortschreibung wird in Abstimmung mit dem Vorhabenträger, der Unteren Wasserbehörde und dem zuständigen öRP vereinbart, welche Szenarien entweder nach der jeweiligen Leistungsbeschreibung der Ersterstellung

(HWGK-E) oder gemäß Kap. 1.4.1 zu berechnen sind. Die Aufbereitung erfolgt dann ebenfalls entweder gemäß den Vorgaben aus der HWGK-E oder gemäß Kap. 3.

Bei der Berechnung und Aufbereitung nach der Leistungsbeschreibung der Ersterstellung sind gegebenenfalls unterschiedliche Definitionen in den einzelnen Szenarien zu beachten (z.B. HQ_{100_0S} oder HQ_{EXTREM}).

1.5 Grundsätzliche Vorgaben zur 1D- und 2D-Modellierung (Modellaufbau / Modellgenauigkeiten / Hydraulik)

1.5.1 Prüfung HydTERRAIN und Vermessungsdaten sowie Festlegung des Nachvermessungsbedarfs

Im Rahmen der Vorarbeiten zur Datenbereitstellung prüft und korrigiert der AG die terrestrischen Vermessungsdaten. Hierzu erfolgt ein Abgleich der terrestrisch vermessenen Daten mit den Airborne-Laser-Scan-Daten (ALS-Daten, siehe Kap. 7.2.3ff).

Im Bereich von Dammkörpern wird im Projekt Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten grundsätzlich davon ausgegangen, dass aufgrund der hohen Qualität und Datendichte der ALS-Daten diese gegenüber einer terrestrischen Vermessung zu bevorzugen sind. Bei Mauern hingegen können beim Prozessieren der ALS-Daten Informationen herausgefiltert worden sein.

Vor diesem Hintergrund ist das bereitgestellte HydTERRAIN durch den AN zu prüfen. Hierfür werden dem AN mit der Datenauslieferung bei Auftragsvergabe für einen gepufferten Abschnitt um das zu bearbeitende Gewässernetz die Original-Laserscann-Daten (Bodendaten) zur Verfügung gestellt.

Sofern sich im Zuge der Prüfung und Bearbeitung ein Bedarf an Nachvermessungen ergibt, ist dieser mit dem AG abzustimmen. Im Rahmen der gebietsweisen Fortschreibung werden Lage und Art der für die Nachvermessung erforderlichen Profile festgelegt. Zudem erfolgt eine erneute Prüfung der Nachvermessung auf Nachweis und auf Stundenbasis. Hydraulisch relevante Unzulänglichkeiten in den Grundlagendaten (HydTERRAIN), beispielsweise unzureichend gefilterte Brücken, sind durch den AN im Rahmen der Bearbeitung vor dem Modellaufbau zu korrigieren (siehe Kap. 3.2 und Kap. 3.2.1).

1.5.1.1 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Bei einer anlassbezogenen Fortschreibung wird nur das bereits vorhandene HydTERRAIN bereitgestellt. Sollten für das Bearbeitungsgebiet neuere als die für das bestehende HydDGM/HydTERRAIN verwendeten Laserscan-Daten zur Verfügung stehen, ist

individuell zu entscheiden, ob ein neues HydTERRAIN auf Basis der vorhandenen Vermessungsprofile unter Einbeziehung neuerer terrestrischer Vermessungen zu erstellen ist. Diese Leistung ist dann gesondert durch den AN anzubieten.

1.5.2 Rauheitsansätze und örtliche Verluste

Für die Bestimmung der Rauheitswerte ist eine Begehung der Gewässer durch eine erfahrene Fachkraft unerlässlich. Im Zuge der Begehung sind der vorhandene Zustand des Gewässerbetts und die Nutzung der angrenzenden Auen- und Geländeoberflächen zu dokumentieren. Aufgrund dieser Feldbegehung sind die Rauheitswerte mittels Fachliteratur beziehungsweise anhand von Eichungs- und Erfahrungswerten zu bestimmen. Grundsätzlich ist von ungünstigen Rauheitswerten auszugehen. Generell ist bei der Wahl der Rauheitswerte zu beachten, dass zukünftige naturnahe Entwicklungen oder flussbauliche Veränderungen zu höheren Fließwiderständen führen können.

Im Bereich der flächenhaften Ausdehnung der HQ_{EXTREM} -Überflutungsflächen (HWGK-E-Flächen) sind die bei der Modellerstellung angesetzten Rauheitsbeiwerte zu plausibilisieren und, sofern erforderlich, auf Grundlage aktueller Luftbilder von den ATKIS-Nutzungsarten abweichend anzupassen.

Auf den Vorlandbereichen außerhalb des kontinuierlich benetzten Flussschlauchs ist es zulässig, fließtiefenabhängige Rauheitsbeiwerte anzusetzen, die den höheren Rauheitsverlusten bei den teilweise auftretenden sehr geringen Fließtiefen Rechnung tragen. Die gewählte Grenzziehung sowie der Übergangsbereich zwischen dem Dünnfilm- und Normalabfluss müssen textlich erläutert und dokumentiert werden.

Generell gilt, dass folgende besondere lokale Verluste zu berücksichtigen sind:

Plötzliche Querschnittsänderungen (Querschnittseinengungen und Querschnittsaufweitungen). An Querschnittseinengungen ist zu prüfen, ob und wann sich an der Engstelle ein Fließwechsel mit erhöhtem Rückstau einstellt. Mögliche Umströmungen an kleineren Brücken und Durchlässen sind abzu prüfen. Die gewählten Rauheitsbeiwerte sind für die einzelnen Flussabschnitte mit Nennung des KST-Wertes im Namen entsprechend der folgenden Vorschrift (Beispiel: „Ackerland_KST_25“) sinnvoll zu bezeichnen, zu dokumentieren und zu begründen.

1.5.3 Kalibrierung der HN-Modelle

Die Gerinne- und Vorlandrauheiten müssen (im Idealfall) unter Zuhilfenahme von beobachteten Hochwasserereignissen (Wasserspiegel- und Abflussaufzeichnungen) kalibriert werden. Diese Wasserspiegelaufzeichnungen sollten auf hydraulische Besonderheiten/Randbedingungen (z.B. Rückstau an Bauwerken, starke Verkräutung am und im

Gewässer) hin überprüft werden und diese Umstände entsprechend berücksichtigt werden. Abschnittsbezogen hat diese Kalibrierung anhand von Hochwassermarken und aufgenommenen Geschwemmsellinien, denen Abflüsse zugeordnet werden können, zu erfolgen.

Belegbare W/Q-Beziehungen an Bauwerken, insbesondere an Pegeln (siehe auch Kap. 1.5.5) sind mit dem HN-Modell abzubilden. Rauheitsbeiwerte, die sich aus der Kalibrierung ergeben, müssen auf andere Gewässerabschnitte übertragen werden, die in Größe und Struktur vergleichbar sind.

Die Ergebnisse der Modellkalibrierung sind (z.B. als hydraulischer Längsschnitt, siehe Kap. 5.7.4) zu dokumentieren.

Vorliegende Flussgebietsuntersuchungen (FGU) oder hydraulische Berechnungen, insbesondere bestehende HWGK, sind als Vergleichsergebnisse zu berücksichtigen. Die Abstimmung hierzu hat mit dem AG zu erfolgen, wobei schwerpunktmäßig die Szenarien HQ₁₀ und HQ₁₀₀ zu betrachten sind.

Auffällige Abweichungen zwischen den Neuberechnungen und den bisherigen Erkenntnissen sind im Rahmen der Vorabkontrolle beziehungsweise des Jour-fixe-Termins gegenüber dem fachlich zuständigen Regierungspräsidium zu begründen (siehe Kap. 5.2.8).

1.5.4 Eingangsdaten Hydrologie

Für alle Gewässerabschnitte werden die hydrologischen Daten basierend auf der HWGK-Hydrologie (abgeleitet aus der hydrologischen Basismodellierung und gegebenenfalls NA-Modellberechnungen) als Abflussganglinien für mehrere vorab definierte Dauerstufen in einem Datenbank-Format bereitgestellt beziehungsweise sind im Rahmen der Bearbeitung zu erzeugen (siehe auch Kap. 2).

Die Ergebnisse aus dem hydrologischen Modell beziehungsweise der hydrologischen Basismodellierung (BFGM) sind als Basis in die hydraulischen Berechnungen einzusetzen. Unplausible Daten sind vor der weiteren Verwendung mit dem AG abzustimmen.

1.5.4.1 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Bei einer Anlassbezogenen Fortschreibung sind entweder die hydrologischen Kennwerte der bestehenden HWGK heranzuziehen oder durch den Vorhabenträger aktualisierte hydrologische Bemessungskennwerte zu ermitteln und zur Verfügung zu stellen. In beiden Fällen werden die hydrologischen Kennwerte vor der Verwendung durch die Untere Wasserbehörde freigegeben.

1.5.5 Fachlicher Abgleich der Pegelangaben (Pegelmodelle)

Im Rahmen einer Kooperation zwischen HWGK und dem Pegelwesen werden sukzessive vorabgestimmte und kalibrierte HN-Modelle an ausgewählten Landespegeln erarbeitet und bei der LUBW vorgehalten. Es wird vor Projektbeginn vom AG geprüft, ob bereits Pegelmodelle für die Pegel im Bearbeitungsgebiet vorliegen.

Liegen im Projektgebiet für die vorhandenen Pegel noch keine abgestimmten Pegelmodelle vor, sind diese in Abstimmung mit dem AG im Rahmen der Bearbeitung zu erstellen.

Mit der Datenübergabe erhält der AN für die in der Ausschreibung benannten Pegel im Bearbeitungsgebiet entweder bereits bestehende abgestimmte Pegelmodelle (siehe Kap. 1.6.3) oder verdichtete Vermessungsdaten im Bereich der Pegel sowie Abflussmesswerte von abgelaufenen HW-Ereignissen.

Für den geforderten Leistungsumfang wird auf die Leistungsbeschreibung „**Erstellung von 2D-Strömungsmodellen für Landespegel in Baden-Württemberg für das Hochwasser-Abflussspektrum**“ verwiesen. Dafür werden Teilmodelle an den Pegeln aus dem Gesamtmodell extrahiert, der Leistungsbeschreibung entsprechend aufgearbeitet und mit der stationären Berechnung von W/Q-Stützstellen kalibriert und übergeben. Alternativ dazu können in Abstimmung mit dem AG im Arbeitsablauf die Pegelmodelle separat vom Gesamtmodell vorab erstellt werden. Für die Übergabe gelten die Vorgaben des Kap. 10.6. Mit Übergabe des extrahierten Pegelmodells werden die Nutzungsrechte an das Land Baden-Württemberg abgetreten.

Im Rahmen eines Jour Fixe wird das „Fachgespräch Pegel“ (siehe Kap 5.2.3) durchgeführt, d.h. es erfolgt ein fachlicher Abgleich der Pegeldaten beziehungsweise der Pegelmodelle.

1.5.5.1 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Die Position 1.5.5 entfällt in der Anlassbezogenen Fortschreibung. Eine Kalibrierung von hydrodynamischen-numerischen Modellen an vorhandenen Pegeln ist unabhängig von dieser Position immer nachzuweisen.

1.5.6 Interne Qualitätssicherung beim Auftragnehmer

Der AN verpflichtet sich während der gesamten Bearbeitung eine interne Qualitätssicherung durchzuführen. Dies gilt auch bereits für den exemplarischen Proberechenlauf (siehe Kap. 5.2.4). Die Ergebnisse aller Rechenläufe sind unter anderem auf die folgenden Aspekte hin zu analysieren:

- Längsschnitte der Wasserspiegellagen entlang der Gewässerachse, insbesondere im Bereich hydraulisch relevanter Bauwerke (z. B. Brücken, Wehre, Verdolungen), einschließlich Prüfung des Verlaufs und des Gefälles der Wasserspiegellinie.
- Plausibilität von Fließwegen und Volumina
- Monotonie der errechneten Wasserspiegellagen
 $HW(HQ_{10}) \leq HW(HQ_{50}) \leq HW(HQ_{100}) \leq HW(HQ_{1000})$ beziehungsweise $\leq HW_{EXTREM}$
- Topologische Konsistenz der Wasserspiegellagen
- Abgleich der Modellergebnisse an den hydraulischen Kontrollquerschnitten und den zugeordneten Kontrollknoten mit den hydrologischen Abflussvorgaben
- Auftreten von Instabilitäten und unrealistischen Werten (zum Beispiel Wassertiefen, Geschwindigkeiten) im gesamten Modellnetz sowie von Abflüssen an den Kontrollquerschnitten
- Plausibilität der Abflusskapazität der 1D-Elemente
- Vollständigkeit der Pflichtfelder der Abgabedatensätze (vgl. Kap. 10)
- ...

Grundsätzlich sind alle neu berechneten Ergebnisse mit den bereits vorliegenden HWGK zu vergleichen. Größere Abweichungen sind zu dokumentieren und zu begründen.

1.6 Modellaufbau / Modellgenauigkeiten (2D-HN-Modelle)

Die Abbildung des Berechnungsnetzes (Finite-Volumen-Netz; FV-Netz) beruht auf den terrestrisch vermessenen Querprofilen im Gewässerbett und dem nach hydraulischen Aspekten modellierten Digitalen Geländemodell (HydTERRAIN/HydDGM) auf dem Vorland. Bei dessen Ausdünnung ist darauf zu achten, dass die hydraulisch relevanten Informationen erhalten bleiben und die Vermaschung der Punkte ein qualitativ hochwertiges Berechnungsnetz ergibt. Das 2D-Modellnetz muss auf Basis des HydTERRAIN/HydDGM erstellt beziehungsweise modifiziert werden.

1.6.1 Modellaufbau Vorland

Zunächst sind alle hydraulisch relevanten 3D-Bruchkanten im anzunehmenden Überflutungsbereich zu definieren. Der anzunehmende Überflutungsbereich ist zuvor auf Basis der Geländehöhen und gegebenenfalls der Ergebnisse der Erstberechnung der HWGK abzuschätzen. Grabenstrukturen, die noch nicht im HydTERRAIN/HydDGM abgebildet

sind, sind entweder durch vermessene Querprofile oder, wenn keine Vermessung vorliegt, durch sinnvolle Annahmen (Breite und Tiefe) in das Modell aufzunehmen. Abflusswirksame Strukturen wie Gebäude sind auf Basis der ALKIS-Gebäudepolygone zu integrieren.

Veränderungen am Gebäudedatensatz während der Projektbearbeitung (z.B. Neubau oder Abriss von bestehenden Gebäuden) müssen dokumentiert werden. Der für die hydraulische Modellierung verwendete Gebäudedatensatz ist gemäß Datensablonen (Kap. 0) abzugeben.

Oberirdische Gebäude sind im Berechnungsnetz als „disabled elements“ (HydroAS) zu berücksichtigen. Fließbeziehungen zwischen oder innerhalb von Gebäuden, welche einen maßgebenden Einfluss auf die Gefährdungssituation haben, sind aber unbedingt zu beachten und in das Modell einzuarbeiten (Überbau, Durchfahrt, Stützenkonstruktion mit Dach etc.). Straßenfluchten mit abflusswirksamen Querschnitten sind mit einer entsprechenden Auflösung (mindestens vier bis fünf Netzpunkte in einer Reihe senkrecht zur Fließrichtung) abzubilden.

Bei der Vorland-Netzgenerierung (Dreiecke) sind folgende Randbedingungen einzuhalten:

- Mittlere Knotenanzahl von 40.000 Punkten je km² sollte nicht unterschritten werden (anzustreben sind 80.000 bis 120.000 Knoten je km²)
- Minimaler Innenwinkel 25° (mind. 95 % der Elemente, in Abstimmung mit dem AG auf kleineren Wert reduzierbar)
- Maximale Elementfläche 200 m² (außerhalb von Gebäuden)
- Maximale Anzahl von Elementen an einem Knoten: 10
- Größenverhältnis benachbarter Elemente max. 1:10

Darüber hinaus wird das Modell in der Qualitätssicherung auf folgende Kriterien überprüft:

- Maximale Abweichung des Knotenpunktes vom Wert des HydDGM 0,05 m (mind. 95 % der Elemente)
- Durchschnittliche Elementgröße < 25 m²
- Maximale Elementkantenlänge 5 m im Gewässerbett und im Bereich abflusswirksamer Strukturen auf dem Vorland

- A_{\min} -Wert (Abweichung von $A_{\min} = 0$ müssen begründet werden)

Geringfügige Abweichungen von den Vorgabewerten werden toleriert.

Die für die Modellgenerierung verwendeten Optionseinstellungen für HydroAS Mesh (laser.opt) sind dem AG zusammen mit den Ergebnissen des exemplarischen Proberechenlaufs (siehe Kap. 5.2.4) zum Meilensteintermin / Jour Fixe (PP03) vorzulegen.

Hinweis zur Anwendung von HydroAS Mesh:

Die Generierung von Geländebruchkanten wird in HydroAS Mesh u.a. durch den Parameter „-deltaz“ gesteuert. Ein zu geringer Wert für diesen Parameter führt zu einer unübersichtlichen Bruchkantenableitung. Empfohlen werden Werte zwischen 0,1 und 0,25 m. Hilfreich kann auch die lokale Differenzierung dieses Parameters mit unterschiedlichen deltaz-Werten sein („-deltaz-polygons“). Insbesondere zur Abbildung (hydraulisch relevanter) Vorlandstrukturen (wie zum Beispiel Gräben) und an steilen Hanglagen ist eine lokale Differenzierung der HydroAS-Mesh-Parameter notwendig, um Abweichungen zwischen Modellnetz und Geländemodell zu minimieren.

1.6.2 Modellaufbau Gewässerschlauch

Das HydTERRAIN/HydDGM enthält bereits einen eingebrannten Gewässerschlauch auf Basis der terrestrisch vermessenen Querprofile und der Laserscanpunkte (siehe hierzu Kap. 7.2). Dieser kann auf der freien Gewässerstrecke nach entsprechender Prüfung in das Modellnetz überführt werden.

Wird der Gewässerschlauch manuell generiert, sind die Lage und Geometrie des Gewässerschlauches an der Gewässerachse zu orientieren. Eine einfache geradlinige Verbindung der jeweiligen Querprofilpunkte ist nicht ausreichend. Die Abgrenzung des Gewässerschlauches vom Vorlandmodell bildet die Wasser-Land-Grenzlinie bei der Befliegung, also in der Regel der Wasserstand bei Mittelwasser oder niedriger. Die Böschungen und Uferbereiche oberhalb des aquatischen Gewässerbetts sind auf jeden Fall im Vorlandmodell auf Basis der Laserscandaten aus dem HydTERRAIN zu modellieren.

Bauwerke im, am und über das Gewässer (Brücken, Wehre, Verdolungen, Düker, Ufermauern etc.) sind hydraulisch sinnvoll im HN-Modell abzubilden. Dies gilt insbesondere auch für Modellnetze, die komplett aus dem HydTERRAIN abgeleitet wurden. Die Bauwerke sind im HydTERRAIN in der Regel unzureichend für eine hydraulische Berechnung abgebildet. Das generierte Modellnetz ist an diesen Bauwerken immer zu prüfen und die Bauwerke sind entsprechend nachzuarbeiten. Dieses ist vorzugsweise durch eine entsprechende verfeinerte Vermaschung und die Zuweisung beispielsweise von Konstruktionsunterkanten (KUK) zu gewährleisten.

Bei Verdolungen und Verrohrungen, die als 1D-Fließelemente im HN-Modell abgebildet werden, sind die verwendeten Bauwerks-Parameter (abhängig von der verwendeten HydroAS-Version) in einer externen Liste (vorzugsweise EXCEL) zu dokumentieren.

Bei Verwendung von älteren HYDRO_AS-2d-Programmversionen (bis Version 5.3.x)⁶, in denen bei 1D-Elementen softwarebedingt eine Aufteilung in mehrere Fließstränge (Nodestrings) erforderlich ist, ist der berechnete Gesamtdurchfluss anhand einer W/Q-Beziehung auf Basis anderer hydraulischer Ansätze zu plausibilisieren und zu dokumentieren. Die Aufteilung sollte in diesen Fällen sinnvollerweise über die Verteilung des Abflusskoeffizienten, nicht über die Anpassung der einzelnen Abflussquerschnitte abgebildet werden. Die Auswirkungen sehr langer 1D-Elemente auf die instationären Berechnungen sind zu berücksichtigen (siehe auch Kap. 1.3.7.3).

Im Nahfeldbereich von Pegeln, für die anschließend ein Pegelmodell extrahiert werden muss, sind die zur Verfügung gestellten verdichteten Vermessungspunkte und -profile detailliert im Modell abzubilden. Zudem muss die Pegelstelle über eine höher aufgelöste Vermaschung als der restliche Flussschlauch abgebildet werden. Die Verwendung des „eingebraunten“ Flussschlauchs im HydTERRAIN ist hier nicht ausreichend.

Raue Rampen sind vorzugsweise direkt aus dem HydTERRAIN abzuleiten, wenn wesentliche Teile der Strukturelemente aus der Wasseroberfläche herausragen.

Der AN dokumentiert, welche Profile neben den bereits im HydTERRAIN enthaltenen für die Modellierung verwendet wurden (z.B. auch Bauwerksprofile).

Kleinstgewässer (Breite bis ca. 1 m und Sohlentiefe bis ca. 50 cm unter Gelände; teilweise auch an HWGK-Gewässerstrecken) wurden teilweise nicht zusätzlich terrestrisch vermessen und sind dann auch nicht als digitaler Gewässerschlauch im HydTERRAIN abgebildet. An diesen Stellen kann der Gewässerschlauch beziehungsweise das Modellnetz direkt aus dem HydTERRAIN abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass für die hydraulisch hinreichend genaue Erfassung von Kleinstgewässern, Gräben und ähnlichen Strukturen im Modellaufbau gegebenenfalls eine feinere Netzauflösung in diesen Bereichen erforderlich ist.

Der Gewässerschlauch ist mit gerichteten Viereckelementen beziehungsweise wenn notwendig, abschnittsweise mit Dreieckselementen gemäß den Vorgaben in Kap. 1.6.1 abzubilden.

⁶ Bei bereits laufenden Aufträgen oder im Rahmen einer AF.

1.6.3 Übernahme abgestimmter Pegelmodelle in das Modellnetz der HWGK-Bearbeitung

Sofern bereits abgestimmte Pegelmodelle im Bearbeitungsgebiet vorliegen und zur Verfügung gestellt wurden (siehe 1.5.5) sind die Modelldaten (Modellnetz am Pegel und Pegelnahbereich, Rauheiten etc.) auf Aktualität zu prüfen, gegebenenfalls zu aktualisieren und in das großräumige HN-Modell des AN zu übernehmen.

Es ist nachzuweisen, dass das Pegelmodell nach Integration in das HWGK-Modell die gleichen Werte liefert, wie vor der Integration (geringe Abweichungen sind tolerierbar). Die aus dem kalibrierten Pegelmodell gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Rauheitsbeiwerte sind in Bezug auf die Übertragbarkeit auf das großräumige Modell zu überprüfen und können gegebenenfalls übernommen werden.

1.6.4 Zusammenführen der Modellnetze

Die Modellnetze für das Vorland, den Gewässerschlauch und gegebenenfalls zu übernehmende Pegelmodelle sind für die Berechnung zu einem Modell zusammenzuführen. Bei großräumigen Bearbeitungsgebieten können, sofern erforderlich, auch Teilmodelle verwendet werden.

1.6.5 Kontrollquerschnitte und Kontrollknoten

Für jeden Abflussknoten (d.h. Punkte, an denen sich der Abfluss verändert) und mit besonderem Augenmerk auf die BFGM-Knoten der Hydrologie sind Kontrollquerschnitte (KQS) zu definieren, an denen die hydrologischen Werte der Berechnung (Abflussganglinie) ausgegeben werden. Die Kontrollquerschnitte sind oberhalb und unterhalb des Abflussknotens (siehe Kap. 1.7.2) möglichst senkrecht zu der Gewässerachse beziehungsweise zu den lokalen Fließrichtungen zu legen. Es ist sicher zu stellen, dass durch den Abflussquerschnitt die Flächenausbreitung aller HQ_x erfasst wird.

Im zufließenden Gewässer ist ein Kontrollquerschnitt oberhalb der Mündung festzulegen.

Für die Berechnung von Dammbreschenszenarien muss je ein Kontrollquerschnitt oberhalb und unterhalb einer vorgesehenen Breschenstelle angelegt werden, um die maßgebende Ganglinie als Eingangsgröße des Breschenszenarios zu ermitteln (siehe Kap. 1.3.5.1 und 1.7.3).

Bei der Einarbeitung von Kontrollquerschnitten sind folgende allgemeine Hinweise zu beachten:

- Für jeden Abflussknoten ist grundsätzlich ein Kontrollquerschnitt zu setzen
- Pro BFGM-Knoten wird nur 1 KQS erwartet, doppelte KQS sind zu bereinigen

- KQS sind senkrecht zur Gewässerachse zu setzen
- KQS müssen den gesamten Abfluss des Gewässerabschnitts erfassen, also auch den Vorlandabfluss
- KQS dürfen nach Ober- bzw. Unterstrom verschoben werden, bis sie den gesamten Abfluss des betrachteten Gewässers erfassen. Wichtig ist, dass der KQS aussagekräftig liegt.
- Eine Gewässermündung besteht in der Regel aus 3 BFGM-Knoten. Es sind entsprechend drei Kontrollquerschnitte zu setzen (zwei oberhalb des Zusammenflusses, einer unterhalb für die Ableitung der Wellenverformung).
- An Zusammenflüssen mit größeren Ausuferungen oder Rückstauwirkungen ist häufig eine Verschiebung nach Oberstrom notwendig, damit die Abflüsse der Zuflüsse abgrenzbar bleiben.
- KQS dürfen nur den Abfluss eines einzelnen Gewässers erfassen, nicht mehrere.
- KQS können und sollen in Teilsegmente aufgeteilt werden, wenn es hydraulisch sinnvoll ist (Gewässeraufteilungen, Mühlkanäle) mit dem Ziel den Abfluss in den verschiedenen Strängen separat zu erfassen.
- KQS an BFGM-Knoten von HRB müssen so weit nach Oberstrom verschoben werden, dass sie nicht mehr im Einflussbereich des HRB liegen.
- KQS, die nicht für eine Auswertung verwendet werden können (z.B. zu kurz, Rückströmungen, nicht abgrenzbarer Abfluss), sind vom Auftragnehmer zu löschen oder eindeutig zu klassifizieren, z.B. durch ein Hinweissymbol in der Attributtabelle (Dokumentation von Eignung und etwaiger Einschränkungen)
- HQ_{1000} und insbesondere HQ_{1000_oHRB} (berechnet für die Harmonisierung) stellt ein extremes Ereignis dar. Wenn hier manche KQS ungeeignet sind, ist das tolerierbar, sofern die KQS bei HQ_{100} gute Abflussinformationen liefern.
- KQS, die für hydraulische Belange außerhalb des Abgleichs mit der Hydrologie benötigt werden (Aufteilungen, Standorte von potenziellen HW-Schutzmaßnahmen, Standorte geplanter Baumaßnahmen, Interessenstellen der UWBen, Kommunen usw.) sind entsprechend als solche zu kennzeichnen (Bezeichnung „KQS“)

Die Kontrollquerschnitte sind einheitlich gemäß den Vorgaben in Kap 1.6.6 zu bezeichnen. Es wird empfohlen, Lage und Ausdehnung der Kontrollquerschnitte vor der Netzgenerierung im GIS festzulegen und diese als höhenunabhängige Bruchkanten in das Modellnetz zu übernehmen. Teilt sich ein Gewässer in mehrere Fließstränge auf, kann

es sinnvoll sein, die unterschiedlichen Abflüsse über mehrere Teilabschnitte des Kontrollquerschnitts zu erfassen und hierfür jeweils separate Kontrollquerschnitte zu definieren.

Kontrollknoten (KK) stellen eine Auswahl an Kontrollquerschnitten bzw. BFGM-Knoten dar, an denen das hydraulische und das hydrologische Modell miteinander verglichen werden sollen. Die Auswahl und die Lage der Kontrollknoten werden zunächst vom BFGM-Rohmodellersteller und der QS3 (Hydrologie) vorgeschlagen. Dabei orientieren sich diese Kontrollknoten im ersten Schritt am hydrologischen Modell. Der AN und Bearbeiter des hydraulischen Modells prüft diese Kontrollknoten und versucht im entsprechenden Abflussbereich einen nahen KQS anzulegen, der den für den KK relevanten Abfluss vollständig und repräsentativ erfasst. Gelingt dies nicht, so muss der AN einen Vorschlag für einen alternativen KK erarbeiten und diesen im Rahmen einer regelmäßig stattfindenden Projektbesprechung mit dem AN und der QS besprechen. Es dürfen dabei auch neue KK vorgeschlagen werden. Die Gesamtanzahl an Kontrollknoten sollte gegenüber dem ursprünglichen Vorschlag des BFGM-Rohmodellerstellers nicht um mehr als 20% erhöht werden.

Hintergrund für den Abgleich der beiden Modelle aus Hydraulik und Hydrologie ist die Bewertung der Modellgüte u.a. im Rahmen der Harmonisierung (siehe 2.1.1 und LB Hydrologie). Daher sind die Kontrollquerschnitte an den Kontrollknoten mit besonderer Sorgfalt anzulegen.

1.6.6 Bezeichnungsvorgaben für Modellelemente (Nodestrings und Nodes)

Bereits beim Modellaufbau in HydroAS ist eine einheitliche Bezeichnung (gemäß Tabelle 2 und Tabelle 3) zu verwenden.

Tabelle 2: Vorgabe für einheitliche Bezeichnungen aller Nodestrings in HydroAS

Bezeichnungen von Nodestrings: (Maximal stehen 12 Zeichen zur Verfügung!)	
zusammengesetzt aus: Gewässer-ID (5-stellig) + Bezeichner (max. 7-stellig)	
Nodestring-Typ	Bezeichner wie folgt:
KQS an hydrologischen Knoten	„K“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) abschließend kann bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
KQS an Bresche	„KB“+<BRESCHENR> (4-stellig) + „O“ oder „U“ oder „A“ für oberhalb und unterhalb der Breschenstelle beziehungsweise Auslauf an der Bresche
Zulauf Stadtabfluss	„S“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) abschließend kann bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
Zulauf Landabfluss	„L“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) abschließend kann bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
Zulauf allgemein	„Z“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) auch wenn der Zulauf aus „S“ + „L“ zusammengesetzt ist; abschließend kann bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
Auslauf	„A“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) reine Entnahme, ohne dass das Volumen an anderer Stelle wieder zufließt; abschließend bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
W-Q-Beziehung	„WQ“ + lfd. Nr. (4-stellig) + „A“ für Auslauf-Nodestring und „Z“ für Zulauf-Nodestring
1d-Element Verdolung	„V“ + lfd. Nr. (4-stellig) für notwendige parallele Stränge ist abschließend ein Index „a“, „b“ etc. zu ergänzen
1d-Element Wehr	„W“ + lfd. Nr. (4-stellig) für notwendige parallele Stränge ist abschließend ein Index „a“, „b“ etc. zu ergänzen
1d-Element Durchlass	„D“+ lfd. Nr. (4-stellig) für notwendige parallele Stränge ist abschließend ein Index „a“, „b“ etc. zu ergänzen
1d-Element Wehr (als Überlauf über eine Brücke)	„WB“+ lfd. Nr. (4-stellig) für parallele Stränge ist abschließend ein Index „a“, „b“ etc. zu ergänzen
1d-Element Wehr oder Durchlass (als Querüberströmung über eine Brücke)	„QB“+ lfd. Nr. (4-stellig) für parallele Stränge ist abschließend ein Index „a“, „b“ etc. zu ergänzen
1d/2d-Übergangselement (ab HydroAS Vers. 5.5.x)	„UE“ für Einlauf oder „UA“ für Auslauf + „V“ für Verdolung oder „W“ für Wehr oder „D“ für Durchlass oder „Q“ für Brückenquerströmung + lfd. Nr. (4-stellig) identisch zu 1d-Element Der Einsatz von Übergangselementen für Wehre als Brückenüberlauf „WB“ ist bei geeigneten Brücken zu hinterfragen.

BEISPIEL:

02345S00123c

02345_____

Gewässer-ID 02345 für Neckar

_____ **S** _____

Zulauf Stadtabfluss

_____ **00123** _____

am BFGM-Knoten 00123

_____ **c** _____

Aufteilung in mehrere Zuläufe hier Index c

Tabelle 3: Vorgabe für einheitliche Bezeichnungen aller Nodestings in HydroAS an Pegeln beziehungsweise in Pegelmodellen

Bezeichnungen von Nodestings an Pegeln: (Maximal stehen 12 Zeichen zur Verfügung!)	
zusammengesetzt wie folgt: (<i>ohne vorangestellte Gewässernummer</i>)	
Nodestring-Typ	
KQS an einem Pegel	„PK“+<Pegel-Nr.> (5-stellig)+ „G“ bzw. „L“ oder „F“ oder „R“ für <u>G</u> esamt <u>q</u> uerschnitt beziehungsweise getrennt nach Vorland <u>L</u> inks, <u>F</u> luss <u>s</u> chlauch und Vorland <u>R</u> echts abschließend kann bei mehreren parallelen KQS ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
Zulauf Pegel(-modell) nur in Pegelmodellen	„PZ“+ <Pegel-Nr.> (5-stellig)* (5-stellig) abschließend kann bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden
Auslauf Pegel(-modell) nur in Pegelmodellen	„PA“+<Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig) abschließend bei Bedarf ein Index „a“, „b“ etc. angefügt werden

Darüber hinaus ist für die Auswertung von Pegelwasserständen mindestens ein Knoten (Node) am Pegel als Pegelbezugspunkt mit einer Boundary Condition (BC) „Pegelpunkt“ festzulegen. Die **Pegelpunkte** sind mit folgender Bezeichnung zu kennzeichnen:

„PP“+<Pegel-Nr.> (5-stellig)“

Bei Bedarf kann, wenn mehrere Punkte an einem Pegel gesetzt wurden, ein **Index „a“, „b“ etc.** angefügt werden. In der Dokumentation ist dann anzugeben, welcher Punkt als Pegelbezugspunkt herangezogen wurde und wie der Pegelstand anhand des Pegelnullpunktes (PNP) abgeleitet wurde.

Für den Abgleich der Abflussganglinien an den vorher festgelegten Kontrollknoten sind zusätzlich zu den erforderlichen Kontrollquerschnitten an den Kontrollknoten Pegelpunkte zu setzen. Diese sind auf oder nahe dem Schnittpunkt der Gewässerachse mit dem Kontrollquerschnitt zu setzen und dienen der Ableitung einer W/Q-Beziehung am Kontrollquerschnitt.

Diese **Kontrollpegelpunkte** sind wie folgt zu bezeichnen:

<Gewässer-ID>(5-stellig) + „KP“ + <Knoten-ID (aus Hydrologie/BFGM)> (5-stellig)

Mit den Abgaben des Modellnetzes zur Modellprüfung (PP03, siehe Kap. 5.2.4) und der Endabgabe sind die im HN-Modell verwendeten Nodestings als prüffähiger GIS-Datensatz gemäß Kap. 0 vorzulegen.

1.6.7 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Die vorangehenden Kapitel zum Modellaufbau, zu Modellgenauigkeiten, zu Kontrollquerschnitten und zu Bezeichnungsvorgaben sind auf den Einsatz des Softwarepakets HydroAS abgestellt.

Sofern eine Übertragung der Vorgaben auf andere, im Rahmen einer anlassbezogenen Fortschreibung vorgesehene 2D-HN-Modellierungssoftware möglich und sinnvoll ist, gelten die Vorgaben sinngemäß.

1.7 Hydraulische Berechnungen (2D-HN-Modell instationär)

1.7.1 Instationäre Berechnung auf Basis der hydrologischen Eingangsgrößen und Vorfüllung

Um den instationären Prozess der Translation und Retention sowie das Zusammentreffen und die Überlagerung von Hochwasserwellen an Mündungspunkten (siehe auch Kap. 2.3.9) abzubilden und insbesondere den maßgebenden Fall für die Ergebnisdarstellung in den Hochwassergefahrenkarten (HWGK) zu bestimmen (maximale Wellenspitze oder maximale Wellenfülle), ist die zweidimensionale hydrodynamische Berechnung instationär durchzuführen.

Hierfür sind die Zuflussganglinien aller relevanten Zuflusspunkte, einschließlich der relevanten Zwischeneinzugsgebiete, für alle Szenarien und vorab abgestimmter Dauerstufen bzw. Kombinationen aus Dauerstufen und Niederschlagsminderung zu berücksichtigen.

Die Vorabstimmung der zu berechnenden Dauerstufen bzw. Kombinationen aus Niederschlagsminderung und Dauerstufen erfolgt auf Grundlage hydrologischer Längsschnitte für alle Dauerstufen sowie einer entsprechenden Auswertematrix. In dieser Auswertematrix werden abschnittsweise die maßgebenden Dauerstufen und deren Überlagerung festgelegt.

Die entsprechende Aufstellung ist durch den AN zu erstellen und mit dem AG abzustimmen. Sofern auch die hydrologische Basismodellierung Bestandteil des bearbeiteten Auftrags ist, ist der beschriebene Vorschlag für die maßgeblichen Dauerstufen bzw.

Kombinationen aus Dauerstufen und Niederschlagsminderung im Rahmen der hydrologischen Bearbeitung zu erstellen und dort zu bepreisen (LB Hydrologie).

In der HN-Modellierung sind dann für jede dieser festgelegten Dauerstufen bzw. Kombinationen aus Niederschlagsminderung und Dauerstufe an allen Zuflusspunkten im Modellgebiet die Zuflussganglinien zeitgleich als Modellzuflüsse einzuspeisen.

Für die HN-Modellierung ist ein sinnvoller Simulationsvorlauf (Vorfüllung der Gewässerschläuche und Seeflächen) beispielsweise mit Mittelwasserabfluss beziehungsweise dem mittleren Seewasserstand anzusetzen, um keine übermäßigen unnatürlichen Retentionswirkungen zu erzeugen. Die Annahmen hierzu sind mit dem AG abzustimmen.

Werden die Ganglinien der einzelnen Dauerstufen für ein Szenario in einem Rechenlauf hintereinander angeordnet simuliert (wird nicht empfohlen, da hier die einzelnen Rechenläufe nicht einzeln extrahiert werden können), so ist in den Zwischenphasen auf eine vollständige Entleerung des hydraulischen Systems (Mittelwasserabfluss), insbesondere der Retentionsflächen zu achten.

Die Startwasserstände von Seitengewässern ergeben sich direkt in der instationären hydrodynamischen Simulation aus den eingespeisten Abflusswerten. Am unteren Modellrand ist der Startwasserstand aus den hydraulischen Berechnungen des Vorfluters auf Basis der ermittelten HQ_T -Werte zu entnehmen. Maßgebend für den Vorfluter ist ein stationärer HQ_T -Wert, der auf Basis der Mündungsformel (siehe Kap. 1.3.9), ermittelt wurde. Die zugehörigen Wasserspiegellagen sind aus der bestehenden HWGK abzuleiten. Die Startwasserspiegelhöhe des HQ_T -Wertes kann dabei durch Interpolation zwischen den berechneten Stützstellen der Wasserspiegellage des Vorfluters ermittelt werden und ist im Erläuterungsbericht zu dokumentieren. Liegen keine hydraulischen Berechnungen für den Vorfluter vor, sind andere Verfahren zur Festlegung eines Startwasserstandes mit dem AG abzustimmen.

In der anschließenden GIS-Auswertung sind die Ergebnisse aller berechneten Dauerstufen zu überlagern (Superposition). Für jedes Berechnungselement ist der jeweils höchste berechnete Wasserspiegel maßgebend.

Sofern gebietsweise Niederschlagsminderungen zu berücksichtigen sind (siehe Kap.2.1.1), sind an den betroffenen Gewässerabschnitten die Berechnungsergebnisse der Rechenläufe ohne Niederschlagsminderung vor der Überlagerung entsprechend herauszufiltern.

1.7.2 Einspeisepunkte

Die hydrologische Beaufschlagung des hydraulischen Modells erfolgt an Linienelementen im Modellnetz (Zulauf-Nodestrings), denen Zuflussganglinien aus der hydrologischen Modellierung zugewiesen werden. Die Elementlängen sind dem maximalen Zulaufvolumen anzupassen.

Folgende Zuläufe sind festzulegen:

- Zu Beginn einer Gewässerstrecke (HWGK-Gewässer)
 - o Jedes zu berechnende HWGK-Gewässer wird am Beginn der Gewässerstrecke hydrologisch beaufschlagt.
- Zuflüsse aus seitlichen HWGK-Gewässern (die aber nicht in diesem Auftrag berechnet werden)
 - o Die Einspeisung von Zuflüssen aus „seitlichen HWGK-Gewässern“, welche aber nicht Teil des aktuellen Auftrags sind, erfolgt im Zuflussgewässer ca. 100 – 200 m oberhalb der Mündung, sofern ein Gewässerbett mit entsprechender Vorflut aus dem Geländemodell beziehungsweise den Vermessungsdaten abgeleitet werden kann.
- Zuflüsse aus seitlichen „Nicht-HWGK-Gewässern“
 - o Die Einspeisung von seitlichen Zuflüssen aus „Nicht-HWGK-Gewässern“ soll möglichst innerhalb der Überflutungsfläche des Vorfluters (mindestens innerhalb der HQ100-Fläche) stattfinden.
- Zwischeneinzugsgebiete (Stadt- und Landabfluss)
 - o Stadtabfluss:
 - Die hydrologische Basismodellierung liefert pauschale Abflussganglinien für Stadtknoten.
 - Zudem wird, sofern verfügbar, ein Punktthema mit lokalen Einleitungen (beispielsweise aus RÜ beziehungsweise RÜB) bereitgestellt.
 - Hieraus muss der AN einen Vorschlag je Kommune für die Aufteilung der pauschalen Stadtknoten-Abflüsse aus der hydrologischen Modellierung erstellen (z.B. gleichmäßige oder flächengewichtete Aufteilung auf mehrere Einleitstellen). Voraussetzung für den Vorschlag ist der vorherige Abschluss des hydrologischen Qualitätsprüfungsschritts HQP1 im Rahmen der hydrologischen Arbeiten (siehe LB Hydrologie).

- Die Abstimmung des Vorschlags erfolgt im PP02 (Hydraulik) mit dem AG, unter Beteiligung der UWB und mit Bestätigung durch die Kommune.
- Landabfluss:
 - Der Landabfluss ist am unteren Gebietsknoten in das Modell einzuspeisen. Falls erforderlich, ist eine weitere Aufteilung des Abflusses vorzunehmen (siehe Kap. 1.6.5).
 - Die Kriterien für die Notwendigkeit einer Abflussaufteilung sind mit dem AG abzustimmen und zu dokumentieren.

Die Einspeisepunkte sind einheitlich gemäß den Vorgaben in Kap 1.6.6 zu bezeichnen.

1.7.2.1 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

In einer Anlassbezogenen Fortschreibung kann die hydraulische Berechnung auch mit einem stationären Ansatz erfolgen, insbesondere wenn aus der aktuell gültigen HWGK keine instationären Ergebnisse oder geeignete Datengrundlagen vorliegen.

1.7.3 Berechnung und Abgrenzung Überfluteter / Geschützter Bereich hinter linienhaften Schutzeinrichtungen

Vorhandene Dämme im Bearbeitungsgebiet sind in der HWGK als Linie in Dammsegmenten erfasst. Diese Dammsegmente werden aus der bestehenden HWGK bereitgestellt und sind dahingehend zu validieren, ob weiterer Segmentierungs- oder Ergänzungsbedarf besteht. Zusätzlich sind Mauern und mobile Hochwasserschutzelemente im Bearbeitungsgebiet zu erfassen.

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung von Überflutungsflächen hinter einem Damm wird nachfolgen beschrieben:

- Hydraulische Berechnung aller erforderlichen Szenarien im gesamten Untersuchungsgebiet unter Ansatz der tatsächlichen Dammhöhen (ohne Freibordabzug). Die Ergebnisse sind als Rohwasserspiegellagen gemäß den Formatvorgaben in Kap. 10.9.1 abzugeben. Im zeitlichen Ablauf der Bearbeitung (siehe auch Kapitel 5) sind zunächst lediglich ausgewählte Szenarien zu berücksichtigen.
- Freibordauswertung entlang der Dammstrecken auf Basis der berechneten wasserseitigen Wasserspiegellagen gemäß Kap. 4.1 bzw. 1.3.4.
- Plausibilisierung der Dammsegmentierung sowie gegebenenfalls Anpassung der Segmentgrenzen. Eine Anpassung kann sich beispielsweise aus Änderungen des Schutzgrades, der Freibordsituation oder der Bauwerksgeometrie ergeben.
- Überprüfung, ob vereinfachte Verfahren (z.B. Ausspiegelung) ausreichend sind.

- Sofern dies nicht der Fall ist, erfolgt die Festlegung der maßgebenden Breschenstelle(n) für das jeweilige Segment.
- Definition von Kontrollquerschnitten ober- und unterhalb der einzelnen Breschenstellen sowie am Breschenauslaufquerschnitt. Auswertung der simulierten Ganglinien HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{1000} , gegebenenfalls HQ_{100_oHRB} an den jeweiligen Kontrollquerschnitten ober- und unterhalb der Breschenstellen.
- Dammbreschenberechnungen gemäß Kap. 1.7.4.
Je nach Ergebnis der Freibordauswertung sind die berechneten Flächen hinter Bauwerken für die Szenarien HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{1000} , gegebenenfalls HQ_{100_oHRB} als tatsächlich überflutet (Freibordvorgabe nicht eingehalten) oder als geschützter Bereich HQ_{100} und HQ_{1000} (Freibordvorgabe eingehalten) zu klassifizieren.
Für die Szenarien HQ_{10} und HQ_{50} werden Dammbreschenberechnungen nur durchgeführt, wenn der erforderliche Freibord (siehe Kap. 1.3.4) nicht eingehalten ist oder eine Überströmung des Dammes auftritt. Geschützte Bereiche werden für HQ_{10} und HQ_{50} daher nicht ermittelt und dargestellt.
- Für alle Jährlichkeiten ist bei der Ergebnisaufbereitung der Hochwassergefahrenkarten (HWGK) im Gewässerbereich zwischen den Dämmen der Wasserstand aus der Berechnung ohne Dammbreschen anzusetzen.
- Die Ergebnisse der Dammbreschenberechnungen (maximale Wasserspiegel) sind als Wasserspiegellagenraster gemäß Kap. 0 aufzubereiten und abzugeben. Zusätzlich sind je Bresche bis zu 20 Zeitschritte als Flächenausbreitung (nur FA, keine UT und keine WSP) gemäß Kap. 10.2.1 bereitzustellen. Die Auswahl der Zeitschritte sind mit dem AG abzustimmen. Für diese Auswertung sind die Abgrenzungen der Modell-Rohwasserspiegellagen ausreichend.

Hinweis:

Da die vorrangige HWGK-Vorgabe $HW(HQ_{10}) \leq HW(HQ_{50}) \leq HW(HQ_{100}) \leq HW(HQ_{1000})$ beziehungsweise $\leq HW_{EXTREM}$ eingehalten werden muss, darf die Berechnungsmethodik zwischen den Hochwasserszenarien innerhalb eines Dammsegments nicht variieren. Wird beispielsweise eine Breschensimulation erforderlich, ist zwingend über alle relevanten Jährlichkeiten für dieses Dammsegment eine Breschenberechnung durchzuführen. Zusätzlich können weitere Szenarien (z.B. Umströmung des Dammsegments) mit anschließender Superposition der Ergebnisse erforderlich sein.

Der AG legt auf Grundlage der bestehenden HWGK fest, wie die durch Hochwasserschutzanlagen geschützten Flächen zu ermitteln sind. Die grundlegende Vorgehensweise wird in diesem Kapitel beschrieben. Sofern geschützte Bereiche mit vereinfachten

Verfahren (z. B. Ausspiegelung) ausreichend genau bestimmt werden können, ist das Vorgehen mit dem AG abzustimmen.

Sonderfall kaskadierende Schutzwirkungen

Wird aufgrund einer Freibordunterschreitung an einer linienhaften Hochwasserschutzanlage eine Überflutungsfläche hinter der Schutzanlage ermittelt und staut dieses Wasser eine zweite Schutzanlage im Hinterland ein, kann für diese zweite Schutzanlage auf die Freibordvorgabe verzichtet werden.

Sonderfall HQ_{100_oHRB}

Vereinfachungen zur Ermittlung der Hauptwasserkörper (bei Freibordverletzung oder Überströmung) hinter Dämmen bei gleichzeitigem Einfluss von Hochwasserrückhaltebecken:

- Sind die Ganglinien zwischen den Berechnungsläufen HQ₁₀₀ (mit angesetzter Beckenwirkung) und HQ_{100_oHRB} (ohne Beckenwirkung, siehe Kap. 1.4.3.1; sowie Kap. 1.3.5.3 und 1.3.5.4) am Kontrollquerschnitt einer Breschenstelle nahezu identisch, kann die Flächenausbreitung des Breschenszenarios HQ₁₀₀ mit der Flächenausbreitung des Breschenszenarios HQ_{100_oHRB} gleichgesetzt werden.
- Als Kriterium für die Gleichsetzung gilt eine Volumendifferenz von weniger als 10 %. Dabei ist ausschließlich das Ausströmvolumen oberhalb der Schwellenhöhe der Bresche zu berücksichtigen.

1.7.4 Dammbreschensimulationen

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die hydraulische Simulation der Überflutungsausbreitung in Folge eines Dammbruchs. Für den Bruchprozess, also wie entwickelt sich die Bruchstelle im Laufe der Zeit, erfolgt keine explizite Simulation. Hierfür werden Festlegungen getroffen und entsprechende Annahmen zugrunde gelegt.

Generell gilt für hydraulische Berechnungen in eingedämmten Gewässersystemen für die HWGK: In einem ersten Rechenlauf wird das gesamte Gewässer ohne Berücksichtigung von Dammbüchen hydraulisch (für alle HQ_T) berechnet. Ziel ist es, diejenigen Stellen zu identifizieren, an denen der Freibord nicht ausreicht beziehungsweise eine Überströmung des Dammes auftritt (vgl. Kap. 1.7.3).

Grundsätzlich wird die Dauerstufe (Ganglinie) mit der größten Abflussspitze gewählt, da diese die größte mechanische Belastung am Dammbreschen verursacht. Sind örtlich andere Annahmen sinnvoll, beispielsweise bei vorhandenen Hochwasserrückhaltebecken im Oberlauf vorhanden sind, ist deren Anwendung zu begründen.

Die Freibordbetrachtung erfolgt gemäß Kap. 4.1 (Sicherheitsbetrachtung). Auf Grundlage dieser Auswertung sind die Lagen der Breschenstellen in Abstimmung mit dem AG festzulegen. An den festgelegten Breschenstellen werden anschließend in weiteren Rechenläufen für alle erforderlichen HQ_T die Breschensimulationen gemäß den nachfolgenden Vorgaben durchgeführt.

Für jedes HQ_T sind anschließend jeweils der Rechenlauf ohne Dammbreschen und die Bruchsimulationen zu überlagern. Maßgebend sind jeweils die größere Überflutungsausdehnung beziehungsweise die höhere Überflutungstiefe. Für die Überlagerung sind aus den einzelnen Simulationen jeweils die maximalen Überflutungstiefen zu verwenden.

Hinweis:

Abrechnungseinheit sind die Dammbreschenstellen, für die jeweils mehrere Breschensimulationen zu rechnen sind. Die Lage der Dammbreschenstellen ist in den unterschiedlichen Szenarien als identisch anzusetzen.

1.7.4.1 Fallunterscheidungen bei Dammbreschenberechnungen

Für die Betrachtungen an Dammbreschenstellen ist die Unterscheidung in zwei Fälle erforderlich:

- **Fall A:** Der verbleibende Freibord eines Dammes zum Abführen eines HQ_T reicht nicht aus. Hierbei muss unterschieden werden in Fall A1) und A2).
 - **Fall A1):** Der Damm wird beim betrachteten Hochwasserereignis (HQ_T) überströmt.
 - **Fall A2):** Der Damm wird beim betrachteten Hochwasserereignis (HQ_T) nicht überströmt, der verbleibende Freibord ist jedoch geringer als der erforderliche Freibord.
- **Fall B:** Der verbleibende Freibord des Dammes reicht zum Abführen eines HQ_{100} beziehungsweise eines HQ_{1000} aus.

Für die Fälle A1 und A2 werden jeweils die tatsächlichen Überflutungsflächen (Hauptwasserkörper) für das jeweilige HQ_T ermittelt. Dammbreschen der Fälle A1 und A2 sind auch für das Szenario HQ_{100_oHRB} zu berechnen.

Sind die Abflussganglinien der Szenarien HQ_{100} und HQ_{100_oHRB} bei gleicher Dauerstufe nahezu deckungsgleich, kann auf die gesonderte Breschenberechnung von Dammbreschen für das Szenario HQ_{100_oHRB} verzichtet werden. In diesem Fall können die Breschenberechnungen der HQ_{100} -Berechnung übernommen werden (siehe auch Kap. 1.7.3).

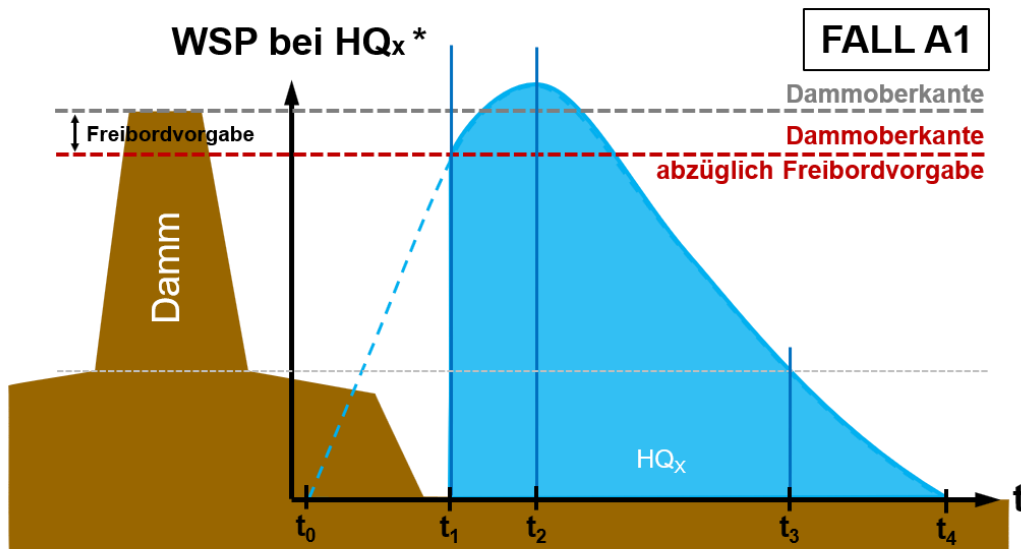


Abbildung 7: Dammbreschensimulation – Fall A1: Damm wird überströmt bei HQ_x

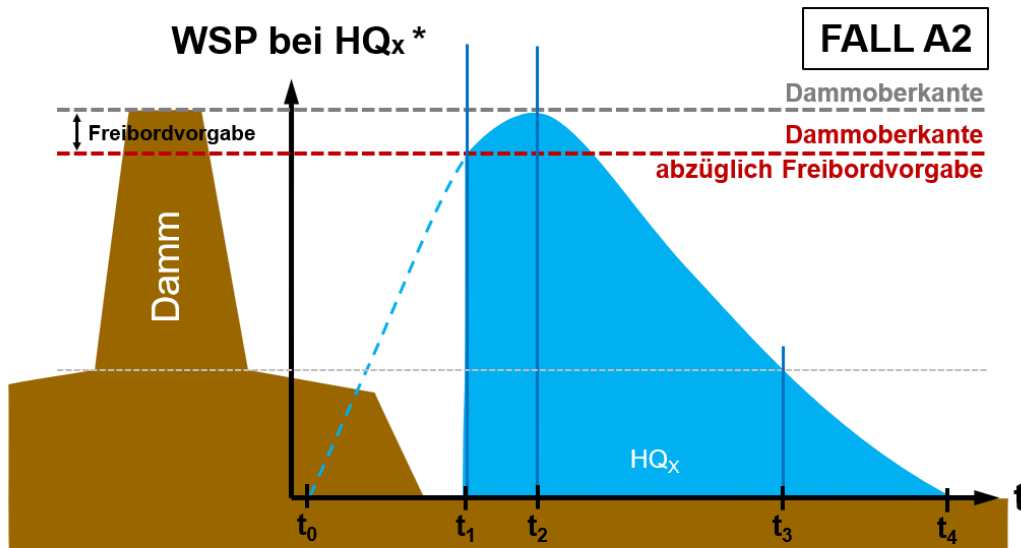
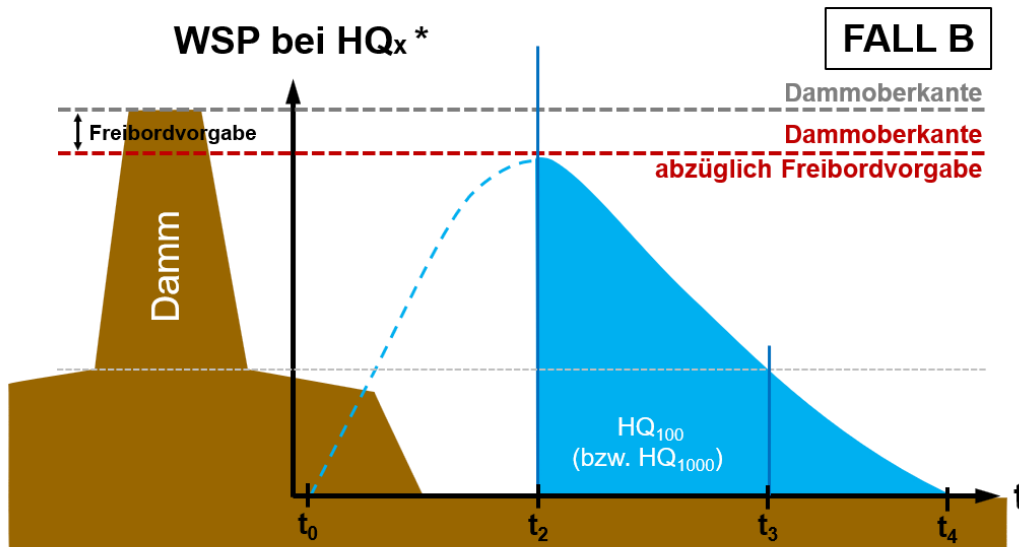


Abbildung 8: Dammbreschensimulation – Fall A2: Damm wird nicht überströmt bei HQ_x , verbleibender Freibord reicht jedoch nicht aus

Im Fall B wird bei HQ_{100} sowie bei HQ_{1000} jeweils der „Geschützte Bereich bei HQ_{100} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen“ (vgl. Kap. 1.3.5.1) beziehungsweise der „Geschützte Bereich HQ_{1000} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen“ (vgl. Kap. 1.3.5.2) ermittelt. Für Hochwasserereignisse häufiger als HQ_{100} und für das Szenario HQ_{100_oHRB}

werden keine Dammbreschen im Fall B berechnet und somit keine geschützten Bereiche ermittelt und ausgewiesen.



* theoretische Wasserspiegellage (WSP), wenn keine Dammbresche vorhanden wäre bzw. kein Überströmen stattfindet

Abbildung 9: Dammbreschensimulation – Fall B: Freibord reicht aus bei HQ_{100} beziehungsweise HQ_{1000} (zur Ermittlung geschützter Bereiche), nicht für HQ_{100_oHRB}

Für die Szenarien $HQ_{100_verklaust}$, HQ_{10_oHRB} und HQ_{1000_oHRB} sind keine Dammbreschen zu berechnen.

Die nachfolgende Matrix gibt einen Überblick über die zulässigen Dammbreschenberechnungen, sofern die Voraussetzungen für den Ansatz einer Dammbresche gegeben sind. An einer Breschenstelle wird je Szenario jeweils nur ein Fall betrachtet. Maßgebend ist dabei das Ergebnis der Sicherheitsbetrachtung an der jeweiligen Breschenstelle für das betrachtete Szenario.

Tabelle 4: Übersicht über zulässige Kombinationen von Szenario und Betrachtungsfällen bei Dammbreschensimulationen

Szenario (HQ_T)	FALL A1 „Damm überströmt“	FALL A2 „Freibordverletzung“	FALL B „geschützter Bereich“
HQ_2	keine Dammbreschen	keine Dammbreschen	keine Dammbreschen
HQ_{10}	✓	✓	keine Dammbreschen
HQ_{50}	✓	✓	keine Dammbreschen
HQ_{100}	✓	✓	✓
HQ_{100_oHRB}	✓ oder Übernahme aus HQ_{100}^*	✓ oder Übernahme aus HQ_{100}^*	keine Dammbreschen
$HQ_{100_verklaust}$	keine Dammbreschen	keine Dammbreschen	keine Dammbreschen
HQ_{1000}	✓	✓	✓

* siehe Kap. 1.7.3 – Sonderfall HQ_{100_oHRB}

Bei der Datenabgabe ist für jede Dammbreschenstelle anzugeben, für welches Szenario welcher Fall berechnet wurde. Dies ist erforderlich, um bei der späteren Auswertung der Hauptwasserkörper diejenigen Überflutungsflächen herausfiltern zu können, die infolge der Freibordverletzungen entstanden sind.

1.7.4.2 Festlegungen zu den Breschensimulationen

Folgende Zeitpunkte sind während der Breschensimulation zu betrachten:

- t₀:** Startzeitpunkt der hydraulischen Berechnung
- t₁:** Zeitpunkt Inanspruchnahme des erforderlichen Freibords
= Beginn der Dammbreschensimulation (Fall A1 + Fall A2)
entfällt im Fall B
- t₂:** Max. Scheitelabfluss = **Beginn der Dammbreschensimulation (Fall B)**
- t₃:** Ende des Ausströmens an der Breschenstelle
- t₄:** Ende der Dammbreschensimulation
(nach maximaler Zeit oder wenn ein Abbruchkriterium erreicht wird)

Startzeitpunkt der hydraulischen Berechnung

Der Startzeitpunkt der hydraulischen Berechnung ist der Nullzeitpunkt aus der hydrologischen Vorgabe.

Beginn der Dammbreschensimulation:

In der Fortschreibung der HWGK wird bei HQ_T in den Fällen, in denen der Damm überströmt wird (Fall A1) oder das Freibord in Anspruch genommen wird (Fall A2) der Zeitpunkt t_1 mit dem Beginn der Inanspruchnahme des Freibords als Bruchkriterium und als Beginn der Dammbreschensimulation festgelegt.

Ist an einem Damm bei einem HQ_{100} beziehungsweise HQ_{1000} der Freibord an jeder Stelle ausreichend, wird zur Ermittlung der geschützten Bereiche der Zeitpunkt des maximalen Scheitelabflusses t_2 als Beginn der Dammbreschensimulation festgelegt.

Ende des Ausströmens ins Gelände an der Breschenstelle:

Das Ende des Ausströmens ins Gelände (Zeitpunkt t_3) wird von der vorliegenden Topografie an der Breschenstelle bestimmt, (z.B., wenn der Wasserstand im Gewässer die Höhe des landseitigen Dammfußes oder Geländes unterschreitet). Dies bedeutet nicht automatisch, dass die Breschensimulation beendet ist, da auf dem Vorland auch weiterhin Strömungsvorgänge stattfinden können.

Beenden der hydraulischen Berechnung:

Üblicherweise werden Simulationsrechnungen beendet, wenn sich von einem zum nächsten Rechenschritt keine signifikante Veränderung mehr einstellen (stationärer Zustand). Mit dem Ende des Ausströmens ins Gelände bleibt der Wasserkörper meist weiterhin in Bewegung. In der Regel stellen sich aber in einer weitläufigen Ebene keine stationären Bedingungen ein, weil auch mit dem Ende des Ausströmens ins Gelände der Wasserkörper im überfluteten Gebiet weiterhin in Bewegung bleibt. Deshalb müssen Abbruchkriterien für die Dammbreschensimulation festgelegt werden:

- **Abbruchkriterium 1 (Stationärer Zustand oder Rückfluss)**

Ergeben sich während der Dammbreschensimulation stationäre Zustände (Vollfüllung beziehungsweise keine weiteren Zunahmen der Überflutungsflächen und der Wasserstände), kann die Breschensimulation beendet werden.

- **Abbruchkriterium 2 (Dauer)**

Die Dammbreschensimulation ist für mindestens 24 Stunden (ab Zeitpunkt t_1 beziehungsweise t_2) durchzuführen, sofern nicht vorher stationäre Verhältnisse erreicht werden (Abbruchkriterium 1). Nach maximal 96 Stunden ist die Simulation zu beenden.

- **Abbruchkriterium 3 (Fließtiefen)**

Unterschreiten die Überflutungstiefen nach der Mindestrechenzeit von 24 Stunden an einem durchgängigen Abflussquerschnitt den Schwellenwert von 10 cm, sodass nur noch von einem geringen Volumenaustausch ausgegangen werden kann, kann die Simulation beendet werden.

Die Abbruchkriterien können auf Vorschlag des AN in Abstimmung mit dem AG je nach topographischer Situation angepasst werden.

Breschenbreiten und Breschenentwicklung

Die Breschenbreiten werden in 5 Klassen zwischen 10 m bis 100 m abgestuft. Die Breschenbreite orientiert sich dabei an der Gewässerbreite. Auf Basis vorliegender Erfahrungen gilt folgende Zuordnungstabelle:

Tabelle 5: Empfehlungen für Dammbreschenbreiten

Gewässerbreite Mittelwasser [m]	Zu wählende Breschenbreitenklasse [m]
> 100 m	100 m
50 – 100 m	50 m
20 – 50 m	30 m
10 – 20 m	15 m
< 10 m	10 m

Es ist zweckmäßig, die Breschenbreiten für einen ganzen Gewässerabschnitt einheitlich festzulegen und nicht für jede Bresche einzeln zu bestimmen. Die in der Tabelle angegebenen Gewässerbreiten gelten dabei als Richtwerte. Andere als die dort aufgeführten fünf Breschenbreitenklassen sollten nicht verwendet werden.

Es wird keine Breschenentwicklung simuliert. Mit dem Beginn der Breschensimulation zum Zeitpunkt t_1 (Fall A1 und A2) beziehungsweise zum Zeitpunkt t_2 (Fall B) ist die Bresche vollumfänglich in der gewählten Breschenbreite und bis zur Höhe der Dammbasis anzusetzen.

Berücksichtigung der Versickerung

Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass keine Versickerung anzusetzen ist. In begründeten Einzelfällen kann davon abgewichen werden.

1.7.4.3 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Wird ein Freiborddefizit, z.B. durch Dammerhöhung behoben, ändert sich die dahinter liegende Flächendefinition. Eine HQ_{100} -Fläche wird zum Geschützten Bereich HQ_{100} .

Bei strenger methodischer Betrachtung müsste ein neuer Rechenlauf nach Fall B anstelle von Fall A1 oder A2 durchgeführt werden, da durch den späteren Start der Bruchsimulation (t_2 statt t_1) das ausströmende Volumen geringfügig kleiner ist.

Die daraus resultierende Flächendifferenz des Geschützten Bereiches gegenüber der HQ_{100} -Fläche wird als nicht signifikant eingeschätzt. Der zusätzliche Rechenaufwand steht daher in keinem angemessenen Verhältnis zu den zu erwartenden Auswirkungen.

Im Rahmen der Anlassbezogene Fortschreibung kann in diesem Fall auf eine Neuberechnung verzichtet werden. Die bisher dargestellten Flächen des HQ_{100} können stattdessen zum Geschützten Bereich HQ_{100} umklassifiziert werden.

1.8 Modellaufbau / Modellgenauigkeiten (1D-HN-Modelle)

Die 1D-hydrodynamisch-numerische Modellierung hat im Rahmen der Gebietsweisen HWGK-Fortschreibung nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

Im Rahmen der Anlassbezogenen Fortschreibung ist dieses Verfahren weiterhin im Einzelfall noch zulässig. Daher werden im Folgenden die entsprechenden Anforderungen beschrieben.

1.8.1 Modellaufbau / Verlängerte Querprofile

Die im Rahmen der HWGK neu vermessenen Querprofile von Gewässern und Bauwerken beschränken sich in der Regel auf den Gewässerschlauch inklusive eines Gewässerrandstreifens von 5-10 m. Der Umfang der älteren Vermessungen ist unterschiedlich, umfasst aber selten die vollständigen Talsohlen bis zur Grenze eines potenziellen HW_{EXTREM} .

Für die 1D-Berechnung sind die Querprofile hydraulisch sinnvoll in das angrenzende Gelände zu verlängern. Die Höhenwerte (Z-Werte) der verlängerten Abschnitte werden aus dem HydTERRAIN beziehungsweise dem HydDGM ergänzt. Die Länge in das Gelände hinein orientiert sich am zu erwartenden Höchstwasserstand.

Die Lage der verlängerten Querprofile ist in Arbeitskarten darzustellen. Die zu erfassenden Attribute der verlängerten Querprofile entsprechen den Berechnungsergebnissen der hydraulischen 1D-Modellierung und sind gemäß den Vorgaben in Kap. 10.5.1 aufzubereiten.

Die Vorgaben aus Kap. 1.5 sind zu beachten.

1.8.2 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Sind im Rahmen der Anlassbezogenen Fortschreibung Neuvermessungen von Querprofilen oder vergleichbare Vermessungsleistungen vorgesehen, sind diese im Format GPRO durchzuführen und aufzubereiten. Dies gilt auch für Bestandsvermessungen nach Durchführung der Maßnahmen.

1.9 Hydraulische Berechnungen (1D-HN-Modell)

Es wird davon ausgegangen, dass die 1D-Modellierung lediglich im Rahmen einer HWGK-AF und in Bereichen eingesetzt wird, wo die Berechnung mittels stationärer Ansätze erfolgt. Die Vorgaben hierzu sind im Einzelfall mit dem AG abzustimmen.

2. Hydrologische Grundlagen der HWGK-Fortschreibung

Im Rahmen der Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten werden in der Regel auch die hierfür erforderlichen hydrologischen Kennwerte sowie Abflussganglinien erarbeitet. Sofern die hydrologischen Eingangsgrößen explizit nicht im Rahmen des Auftrags ermittelt werden sollen, werden diese durch den AG bereitgestellt. In Abhängigkeit davon, ob eine stationäre oder instationäre hydrodynamische Modellierung erfolgt, kommen dabei teilweise unterschiedliche hydrologische Verfahrensweisen und Datenbereitstellungen zum Einsatz.

Für die HWGK-Fortschreibung besteht grundsätzlich der Anspruch, dass möglichst aktuelle und hinreichend detaillierte hydrologische Informationen zur Anwendung kommen.

Da die HWGK in der Regel mit instationärer hydrodynamischer Modellierung fortgeschrieben wird, sind hierfür im Regelfall Abflussganglinien als hydrologische Randbedingung erforderlich.

Im Standardfall sollen diese hydrologischen Ganglinien bei Gebietsweisen Fortschreibungen und soweit verfügbar auch bei Anlassbezogenen Fortschreibungen mithilfe eines gebietsspezifischen hydrologischen Basismodell (BFGM) abgeleitet werden. Dieser Standardfall ist in Kapitel 2.1 beschrieben.

Nur in begründeten Ausnahmefällen insbesondere bei Anlassbezogenen Fortschreibungen können nach Vorgabe des Auftraggebers auch andere, bereits bestehende flächendetaillierte hydrologische Modelle, verwendet werden, sofern diese den Anforderungen und Ansprüchen der HWGK-Fortschreibung entsprechen (siehe Kap.2.2).

Die HWGK-Fortschreibung umfasst eine Qualitätssicherung (u.a. QS-Hydrologie, gegebenenfalls im Rahmen einer fachtechnischen Unterstützung), Anforderungen an die Datenbereitstellung (Diskretisierung, Jährlichkeiten, Szenarien) entsprechend dem Bedarfprofil der jeweiligen HWGK-Gewässerkulisse im Fortschreibungsgebiet sowie geeignete Übergabedatenformate.

2.1 Instationäre hydrodynamische Modellierung auf der Grundlage der hydrologischen Basismodellierung (BFGM, Standardfall)

Zur Bereitstellung der hydrologischen Randbedingungen für instationäre hydrodynamische Modellierungen im Rahmen der HWGK-Fortschreibung, sind geeignete hydrologische Modelle zu verwenden. In der Regel kommt bei HWGK-Fortschreibungen, insbesondere bei Gebietsweisen Fortschreibungen ein hydrologisches Basismodell (BFGM) zum Einsatz, welches die Anforderungen an ein HWGK-konformes hydrologisches Modell vollständig erfüllt. Auch für Anlassbezogene Fortschreibungen soll ein BFGM verwendet werden, sofern ein solches Modell im bearbeiteten Gebiet vorliegt.

Das Vorgehen bei der hydrologischen Basismodellierung mit dem BFGM ist der Leistungsbeschreibung (LB) Hydrologie zu entnehmen, in der die erforderlichen Arbeiten umfänglich beschrieben sind.

Im Rahmen der dort beschriebenen hydrologischen Bearbeitung ist es unter anderem notwendig, das Flood Routing von hydraulischem und hydrologischem Modell zu harmonisieren. Dabei handelt es sich um fachübergreifende Arbeiten, die sowohl hydrologische wie auch hydraulische Aspekte beinhalten. Daher ist im nachfolgenden Unterkapitel das grundsätzliche Vorgehen zur Harmonisierung der Modelle beschrieben (eine gleichlautende Beschreibung findet sich auch in der LB Hydrologie). Die erforderlichen Arbeiten sind im Rahmen der hydrologischen Basismodellierung zu erbringen und sind daher in der LB Hydrologie ausführlicher erläutert.

2.1.1 Fachübergreifende Beschreibung der Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell

Für die fachliche Belastbarkeit und die spätere Nutzung der HWGK-Ergebnisse ist es von zentraler Bedeutung, dass die mit dem hydraulischen Modell und die mit dem hydrologischen Modell simulierten Hochwasserganglinien gleichartige Scheitel und zeitliche Verläufe aufweisen. Dadurch wird unter anderem gewährleistet, dass die vorgegebenen statistischen Scheitelabflüsse mit beiden Modellen gleichermaßen gut abgebildet werden. Hierfür muss das Flood Routing (Translation und Retention) auf den HWGK-Fließstrecken im hydraulischen und hydrologischen Modell weitgehend identisch sein.

Um dies sicherzustellen, ist vom Auftragnehmer eigenverantwortlich eine Harmonisierung der Modelle hinsichtlich des Flood Routings vorzunehmen. Am Ende des Harmonisierungsprozesses muss folgendes erreicht sein:

- Nahezu gleiches Flood Routing im hydraulischen und hydrologischen Modell (gleichartige Hochwasserganglinien hinsichtlich Scheitel, Volumen und Verlauf).
- Durch die QS2 freigegebenes hydraulisches Modell, an dem im Nachgang zur Modell-Harmonisierung keine Änderungen mehr vorgenommen werden dürfen, welche zu relevanten Veränderungen des Flood Routings führen.
- Finales hydrologisches Modell (BFGM-D), das mit dem festgelegten Flood Routing und allen sonstigen Parametern final an die Hochwasserstatistik (Pegel und Regionalisierung) angepasst ist. Spätere Anpassungen am hydrologischen Modell sind nicht vorgesehen.
- Modelle und Ergebnisse müssen den Qualitätskriterien des Auftraggebers genügen und die entsprechenden Qualitätsprüfungen in den Bereichen Hydraulik (QS2) und Hydrologie (QS3) bestehen.

Nachfolgend wird eine mögliche, vom Auftraggeber empfohlene Vorgehensweise beschrieben. Es steht dem Auftragnehmer jedoch frei, andere Vorgehensweisen vorzuschlagen. Solche alternativen Vorgehensweisen müssen vor der Ausführung mit dem Auftraggeber und seinen Dienstleistern für QS2 (Hydraulik) und QS3 (Hydrologie) abgestimmt werden und können nur mit vorab erteilter Zustimmung des Auftraggebers durchgeführt werden. In jedem Fall müssen alle Qualitätskriterien eingehalten und alle Qualitätsprüfschritte erfolgreich absolviert werden, die in der nachfolgend vorgeschlagenen Vorgehensweise sowie in der LB Hydraulik und LB Hydrologie erläutert sind.

Ein schematischer Ablauf der vom Auftraggeber empfohlenen Vorgehensweise ist in Abbildung 10 dargestellt. Zunächst erfolgt der parallele Aufbau beider Modelle gemäß den Anforderungen der LB Hydraulik und LB Hydrologie. Für das hydraulische Modell muss vor Beginn der Harmonisierung der PP03 mit der Modellfreigabe durch die QS2 abgeschlossen sein. In diesem Pflichtpunkt wird im Rahmen der QS2-Prüfung unter anderem ein erhöhtes Augenmerk auf eine plausible Rauheitsbelegung im Flussschlauch und im Vorlandbereich gelegt. Die Rauheitsbelegung erfolgt dabei grundlegend auf Basis der ATKIS-Nutzungseinheiten und wird anhand aktueller Luftbilder, Vermessungsfotos sowie der Fließgewässerbegehung konkretisiert. Im Zuge der Modell-Harmonisierung kann es ggf. notwendig werden, dass die Rauheitsbelegung angepasst wird. Sofern eine solche Anpassung der Rauheitsbelegung während der Modell-Harmonisierung erfolgt, ist diese durch den Auftragnehmer zu dokumentieren und wird im PP_MH durch die QS2 geprüft. Eine zusätzliche topografische Modellanpassung soll nicht erfolgen.

Im hydrologischen Modell müssen die Arbeiten zu Zusatzknoten und deren Gebietsparametern qualitätsgesichert abgeschlossen sein (HQP1). In diesem Stadium des Modells wird das Flood Routing zunächst vereinfacht vorbelegt. Auf dieser Basis erfolgt dann eine ebenfalls vereinfachte Voranpassung der sonstigen hydrologischen Modellparameter. Ziel ist es, HQ-Ganglinien für die Hydraulik vorab bereitzustellen, auf deren Grundlage im weiteren Verlauf eine Harmonisierung des Flood Routings erfolgen kann.

Mit dem grob vorangepassten hydrologischen Modell sollen mindestens drei Berechnungsläufe (ohne HRB) erzeugt werden, welche HQ_{100} und HQ_{1000} in den HWGK-Hauptgewässern grob abbilden. Für die grobe Abbildung von HQ_{100_oHRB} werden Ganglinien für zwei Dauerstufen (kurz und lang) empfohlen, für die grobe Abbildung von HQ_{1000_oHRB} werden Ganglinien für mindestens eine Dauerstufe empfohlen. Im Rahmen des HQP2 werden das vorangepasste BFGM-D überprüft sowie die oben genannten HQ-Ganglinien für das weitere Vorgehen abgestimmt (Details siehe LB Hydrologie). Die ungefähr einem HQ_{1000_oHRB} entsprechenden Ganglinien aus dem vorangepassten BFGM-D werden zudem als Input in das hydraulische Modell verwendet, um auf dieser Basis das Modellnetz gemäß den Anforderungen von PP03 zu prüfen (Details siehe LB Hydraulik).

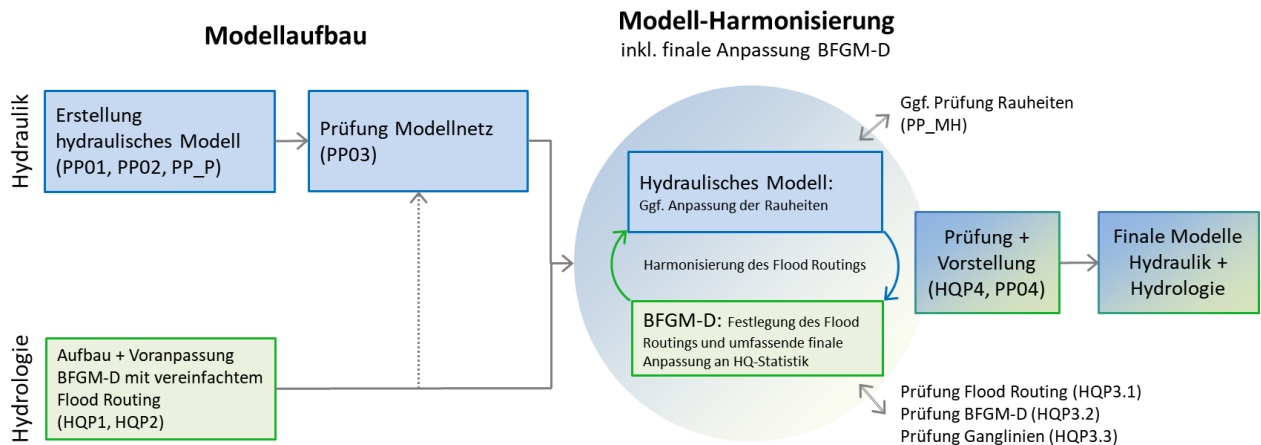


Abbildung 10: Übersicht Ablauf der Modell-Harmonisierung

Nach erfolgreichem Abschluss von HQP2 und PP03 erfolgt die Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell (Modell-Harmonisierung inkl. finale Anpassung BFGM-D). Hierfür dienen die vorläufigen Hochwasserganglinien der Größenordnung $HQ_{100_{oHRB}}$ bis $HQ_{1000_{oHRB}}$, der drei oben beschriebenen Berechnungsläufe. Bei den genannten Berechnungsläufen handelt es sich um eine Mindestanforderung. Es liegt in der Verantwortung und im Ermessen des Auftragnehmers ggf. Ganglinien aus weiteren Berechnungsläufen des vorläufig, grob angepassten BFGM-D für die Harmonisierung des Flood Routings heranzuziehen, um dadurch ggf. eine effizientere Bearbeitung der Modell-Harmonisierung zu erreichen.

Je nach Erfordernis, können im Zuge der Modell-Harmonisierung das Flood Routing des BFGM-D und/oder die Rauheitsparametrisierung des hydraulischen Modells gleichermaßen optimiert werden (siehe LB Hydrologie). In der Regel muss vor allem das Flood Routing im BFGM an die Ergebnisse des hydraulischen Modells angeglichen werden. Mit dem so festgelegten Flood Routing werden dann alle weiteren hydrologischen Parameter des BFGM-D umfassend an die HQ-Statistik (Pegel und Regionalisierung) angepasst (Details siehe LB Hydrologie). Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Parametrisierung im Rahmen realistischer Wertebereiche liegt. Sollte das mit dem zuvor festgelegten Flood Routing nicht möglich sein, müssen nötigenfalls auch die Rauheitsbeiwerte des hydraulischen Modells nochmals innerhalb eines plausiblen Wertebereichs überarbeitet werden.

Am Ende der Modell-Harmonisierung muss das final angepasste BFGM-D stehen und ein näherungsweise gleiches Flood Routing in beiden Modellen erreicht sein. Die Arbeiten werden durch die QS2 mit dem ggf. notwendigen PP_MH und hauptsächlich durch die QS3 mit den HQP3.1, HQP3.2 und HQP3.3 begleitet und überprüft (Details siehe LB Hydraulik und LB Hydrologie). Im HQP3.1 werden das neu parametrisierte Flood

Routing des BFGM und die damit erzielte Übereinstimmung der vorläufigen Ganglinien vor der weitergehenden BFGM-Anpassung geprüft. Im HQP3.2 wird die Anpassung des BFGM-D an die HQ-Statistik überprüft, bevor erneute Berechnungen mit dem hydraulischen Modell erfolgen. Erforderlichenfalls müssen die Prüfschritte mehrfach durchgeführt werden.

Zum Abschluss der Modell-Harmonisierung muss der Nachweis für die gute Anpassung des Flood Routings anhand von Ganglinien aus beiden Modellen an allen Kontrollknoten erfolgen. Hierfür werden wiederum Ganglinien von mindestens drei Berechnungsläufen verwendet, die in den HWGK-Hauptgewässern näherungsweise HQ100_oHRB (zwei Dauerstufen) und HQ1000_oHRB entsprechen. Es ist zu beachten, dass hierfür Berechnungsläufe mit den finalen Modellen zu verwenden sind, also nach Festlegung des Flood Routings und finaler Anpassung des BFGM-D an die HQ-Statistik sowie nötigenfalls vorgenommener Rauheitsanpassungen im hydraulischen Modell. Es handelt sich also nicht um dieselben Berechnungsläufe, die als Eingangsgrößen für die Harmonisierung verwendet wurden. Die entsprechende Überprüfung erfolgt im Prüfschritt HQP3.3.

Zudem ist zu beachten, dass im Rahmen der Modell-Harmonisierung auch die umfassende und finale Detailanpassung des BFGM-D erfolgt, die in der LB Hydrologie ausführlich beschrieben ist. Nach Abschluss der Harmonisierung muss also auch das final an die HQ-Statistik angepasste BFGM-D vorliegen, welches im weiteren Projektverlauf nicht mehr angepasst wird. Dieses finale Modell wird in HQP4 abschließend qualitätsgeprüft (Details siehe LB Hydrologie).

Das erforderlichenfalls während der Modell-Harmonisierung im Bereich der Rauheiten optimierte hydraulische Modell bildet nach der Überprüfung durch die QS2 die Grundlage für alle weiteren hydraulischen Berechnungen. In diesem Modell dürfen keine großflächigen, topografischen Anpassungen mehr vorgenommen werden, welche zu relevanten Veränderungen des Flood Routings führen.

Die Modell-Harmonisierung ist abgeschlossen, wenn der Prüfschritt HQP3.3 sowie die ggf. erforderliche Überprüfung des hydraulischen Modells durch QS2 erfolgreich absolviert wurden.

2.2 Instationäre hydrodynamische Modellierung auf der Grundlage anderer HWGK-konformer hydrologischer Modelle

Zur Bereitstellung der hydrologischen Randbedingungen für instationäre hydrodynamische Modellierungen im Rahmen der HWGK-Fortschreibung, sind geeignete hydrologische Modelle zu verwenden. In der Regel soll dafür ein hydrologisches Basismodell BFGM verwendet werden (Kapitel 2.1). Steht kein solches BFGM zur Verfügung, so kann insbesondere bei Anlassbezogenen Fortschreibungen ausnahmsweise nach vorheriger

Abstimmung mit dem AG ein anderes bereits bestehendes HWGK-konformes hydrologisches Modell verwendet werden. Dieses hydrologische Modell muss die nachfolgend beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Für die instationäre hydrodynamische Modellierung werden T-jährliche Hochwasserabflussganglinien als Randbedingungen benötigt, die in der Regel mit spezifisch angepassten flächendetaillierten Niederschlag-Abfluss-Modellen zu erstellen sind.

Mit den Niederschlag-Abfluss-Modellen werden auf Basis von T-jährlichen Niederschlagskenngrößen aus den KOSTRA-Daten des DWD und unter der Annahme mittlerer Einzugsgebietsverhältnisse T-jährliche Abflussganglinien modelliert. Bei großen Einzugsgebieten ist gegebenenfalls eine Minderung der auf den KOSTRA-Daten des DWD beruhenden Gebietsniederschläge notwendig. Art und Umfang der nur im erforderlichen Maße vorzunehmenden Niederschlagsminderung sind mit dem AG abzustimmen und nachvollziehbar zu dokumentieren. In Abhängigkeit von Flächendifferenzierung und Modellumfang ist neben der Abflussbildung und der Abflusskonzentration im hydrologischen Modell auch das Flood Routing im Gewässer (Translation und Retention) hinreichend genau zu berücksichtigen und gegebenenfalls anzupassen.

Die Kalibrierung beziehungsweise Validierung des hydrologischen Modells erfolgt je nach Datenverfügbarkeit über den Vergleich mit den regionalisierten Hochwasserabfluss-Kennwerten für Baden-Württemberg (Abfluss-BW) sowie durch die Nachbildung der extremwertstatistischen Auswertungen an Pegelstandorten. Hierbei ist zu beachten, dass die Anpassung der Regionalisierungsmodelle Baden-Württemberg an die Pegelbeobachtungen so erfolgt, dass möglichst der natürliche, flächenbürtige Hochwasserabfluss ohne anthropogene Beeinflussungen (z.B. durch Steuerungen der Hochwasserrückhaltebecken) beschrieben wird.

Damit stellen die regionalisierten Hochwasser-Abfluss-Kennwerte Baden-Württemberg in der Regel einen räumlich abgestimmten, aktuellen Stand der potenziell natürlichen T-jährlichen Abfluss-Scheitelwerte dar.

Gegebenenfalls kann die Anpassung und Plausibilisierung auch durch die Nachrechnung von beobachteten Niederschlag-Abfluss-Ereignissen unterstützt werden. Auch in diesem Fall muss jedoch gewährleistet sein, dass die extremwertstatistischen Auswertungen am Pegelstandort durch das Modell reproduziert werden.

Hochwasserrückhaltebecken und sonstige relevante Stauanlagen, sind bei der hydrologischen Modellierung über ihre entsprechenden Speicherkenndaten (Speicherinhaltslinien, Abflusskurve Grundablass/Betriebssteuerung sowie Abflusskurve der Hochwasserentlastungsanlage) zu berücksichtigen. Dazu werden grundlegende Angaben zur Funktionsweise beziehungsweise Steuerung der als relevant erachteten Speicher benötigt, die in der Regel vom AG zur Verfügung gestellt werden.

Diese Angaben sind im Zuge der Bearbeitung nochmals mit den zuständigen unteren Wasserbehörden abzugleichen, bei Bedarf zu ergänzen und entsprechend zu dokumentieren.

Teiche und Seen, die nicht als Stauanlagen erfasst sind, aber in relevanter Weise das Abflussgeschehen beeinflussen, sind hinsichtlich ihrer Wirkung abzuschätzen und in geeigneter Weise in das hydrologische Modell zu integrieren.

Zur hinreichenden Abbildung der unterschiedlichen Hochwassersituationen im Einzugsgebiet wird in der N-A-Modellierung die gesamte Bandbreite der in KOSTRA-DWD verfügbaren Niederschlagsdauern gleicher Jährlichkeiten betrachtet.

Neben dem maßgebenden Abflussscheitelwert kann für die Bestimmung T-jährlicher Überflutungssituationen auch die Abflussganglinienfülle eine relevante Rolle spielen. Dies soll in den instationären hydraulischen Berechnungen über die Auswahl mehrerer charakteristischer Abflussganglinien unterschiedlicher Niederschlagsdauern berücksichtigt werden. Eine Unterteilung in mehrere Betrachtungsabschnitte mit jeweils unterschiedlichen vorausgewählten Dauerstufen ist zulässig.

Für die instationäre hydrodynamische Modellierung werden aus dem hydrologischen Modell ausschließlich die jeweiligen Zuflussganglinien aus den Teileinzugsgebieten benötigt und übernommen. Die Wellenverformung im Gewässer (Translation und Retention), die auch im hydrologischen Modell enthalten ist, wird bei der Ausweisung der Überflutungsflächen in HWGK in der instationären Berechnungsvariante vollständig hydrodynamisch im hydraulischen Modell (HN-Modell) abgebildet.

Wichtig ist dabei, dass in der instationären Berechnungsvariante an den festgelegten Kontrollknoten und Längsschnitten die hydraulisch berechneten Abflussscheitelwerte (analog zur hydrologischen Modellierung) ebenfalls die bekannten extremwertstatistischen Einschätzungen der HQ-Regionalisierung bestätigen.

Bei Unklarheiten bezüglich der Anforderungen an die hydrologische Modellierung im Rahmen von HWGK-Fortschreibungen ist davon auszugehen, dass die verwendeten Ansätze möglichst nah an den Ansätzen liegen sollen, die in der LB Hydrologie für die hydrologische Basismodellierung (BFGM) beschrieben sind.

2.3 Stationäre hydrodynamische Modellierung

Unter geeigneten Voraussetzungen und nach Vorgabe durch beziehungsweise in Abstimmung mit dem Auftraggeber kann die HWGK in Ausnahmefällen auf der Grundlage stationärer hydrodynamischer Berechnungen fortgeschrieben werden.

Die hydrologischen Randbedingungen werden in diesem Fall nicht durch Ganglinien, sondern ausschließlich durch Scheitelwerte vorgegeben. Als Grundlage für diese Scheitelwerte dienen in der Regel die entsprechenden extremwertstatistischen Auswertungen an Pegelstandorten beziehungsweise die hieraus regionalisierten Hochwasserabfluss-Kennwerte für Baden-Württemberg (Abfluss-BW).

Gegebenenfalls können auch die mit geeigneten hydrologischen Modellen ermittelten Scheitelwerte verwendet werden.

Die Vorgehensweise muss in jedem Fall eng mit dem AG und der Unteren Wasserbehörde sowie gegebenenfalls mit den HWGK-Gremien und der Fachberatung abgestimmt werden.

3. GIS-Aufbereitung der modellierten Berechnungen

3.1 Grundsätze

Bei der Übergabe und Darstellung der Ergebnisse ist darauf zu achten, dass homogene Wasserspiegellagen vorhanden sind. Insbesondere im Bereich, wo unterschiedliche Berechnungsmethoden aufeinandertreffen, sowie an Mündungen, an denen verschiedene Berechnungsergebnisse aufeinandertreffen, muss ein homogener Wasserspiegel hergestellt werden.

Der Wasserspiegel gilt dann als homogen, wenn die Differenz zweier Wasserspiegellagenraster im Überlappungsbereich zweier oder mehrerer Teilmodelle für ein bestimmtes HQ_T immer 0 ergibt. Für das gesamte Bearbeitungsgebiet ist daher eine konsistente Berechnung homogener Wasserspiegellagen sicherzustellen.

Für die errechneten Wasserspiegellagen und Flächenausbreitungen müssen die Ergebnisse die HWGK-Vorgabe $HW(HQ_{10}) \leq HW(HQ_{50}) \leq HW(HQ_{100}) \leq HW(HQ_{1000})$ beziehungsweise $\leq HW_{EXTREM}$ erfüllen. Ausnahmen sind entsprechend zu kommunizieren und zu dokumentieren.

Flächenkorrekturen stellen eine **ingenieurmäßige Betrachtung/Abschätzung** dar. Sie dienen zugleich der Kontrolle und Plausibilisierung der Untersuchungs- und Berechnungsergebnisse und sind daher mit großer Sorgfalt durchzuführen.

Nach der hydraulischen Berechnung und Verschneidung mit dem HydDGM sind die Randbereiche der Flächenausbreitung zu korrigieren. Vom AG werden Ideen und Vorschläge zur halbautomatischen Korrektur bereitgestellt (siehe Kap. 3.5). Diese Vorschläge sind nicht verbindlich und können durch andere geeignete Algorithmen ersetzt werden.

Automatisierte Verfahren können jedoch die manuelle Nacharbeit nicht ersetzen.

Signifikante Differenzen zwischen den unkorrigierten und korrigierten Flächenausbreitungen sind zu dokumentieren. Hierzu ist eine entsprechende Feature-Class „FA_Modifikationen“ (Kap. 0), die für die Qualitätssicherung herangezogen wird, entsprechend zu befüllen.

3.2 TERRAIN und HydTERRAIN/HydDGM

Der AG stellt dem AN ein Digitales Geländemodell im ESRI-TERRAIN-Format zu Verfügung, in das bereits ein Gewässerschlauch auf Basis der terrestrisch vermessenen Querprofile eingebrannt wurde (Kap. 7.2.5.1). Dieses ist zu prüfen und im Rahmen der Bearbeitung aus hydraulischen Gesichtspunkten anzupassen (=HydTERRAIN).

Die Anpassungen können sowohl Korrekturen (z.B. Freischneiden einer Unterführung), als auch der Einbau hydraulisch relevanter Bauwerke und Strukturen sein (z. B. HW-Schutzmauern, Brückenwiderlager etc.; siehe Kap. 3.2.1). Dem AN wird zusätzlich, sofern bereits vorhanden, eine Datenbank mit allen bereits erfassten Abflussrelevanten Strukturen (ArS) (siehe Kap. 1.3.8) zur Verfügung gestellt. Diese sind hinsichtlich ihrer hydraulischen Relevanz zu prüfen und gegebenenfalls gemäß Kap. 3.2.2 zu ergänzen beziehungsweise neu zu erfassen.

Das hydraulisch relevante HydTERRAIN ist für die hydraulische Modellierung in ein Raster (GEOTIFF) mit der Rasterweite 0,5 x 0,5 m (HydDGM) zu überführen. Dabei gelten die gleichen Vorgaben wie in Kapitel 7.2 beschrieben.

Alle Verschneidungen müssen mit diesem durch den AN modifizierten hydraulisch relevanten Geländemodell (HydDGM) durchgeführt werden.

3.2.1 Bearbeitung des hydraulisch plausiblen Terrains (HydTERRAIN)

Für Abflusssimulationen müssen hydraulisch wirksame Strukturen im gesamten Untersuchungsgebiet, die bisher nicht oder qualitativ unzureichend im Geländemodell enthalten sind, nachgearbeitet werden. Diese Anpassungen, Veränderungen und Ergänzungen müssen vom AN im HydTERRAIN vor der Modellerstellung durchgeführt werden.

Hierzu gehören unter anderem:

- Ergänzung von noch nicht erfassten abflussrelevanten Strukturen (z.B. Ufermauern, etc.)
- Schließung von Dammlücken
- Einarbeitung mobiler Schutzeinrichtungen
- Einarbeitung von Durchlässen, Scharten
- Einarbeitung von Gräben (gegebenenfalls mit abgeschätzten Querschnitten)
- Korrektur unplausibler Linienführungen der Bruchkanten des Gewässerbettes, insbesondere in wichtigen Gewässerabschnitten und an Gewässereinmündungen
- Nachbearbeitung von Brückenwiderlagern

Längsstrukturen im Geländemodell innerhalb des Untersuchungsgebiets, die zu einem Aufstau führen können, sind auf Durchlässe beziehungsweise Unterführungen zu untersuchen. Anhaltspunkte sind insbesondere die Kreuzungspunkte von Straßen und Bahnstrecken mit Gewässerläufen beziehungsweise Bahnstrecken oder Straßen untereinander.

Bei 2D-Berechnungen sind diese Durchlässe im HydTERRAIN zu überprüfen und gegebenenfalls freizuschneiden. Maßgebend für die Bearbeitung eines Durchlasses ist seine hydraulische Relevanz. Für die Einarbeitung können vereinfachte, hydraulisch plausible Geometrien und aus den angrenzenden Geländebereichen abgeleitete Höheninformationen verwendet werden.

Nicht zu korrigieren sind Unzulänglichkeiten, die durch die Bereinigung der Laserscan-Befliegungsdaten entstanden sind (z. B. einzelne Büsche, Interpolationsfehler bei herausgeschnittenen Gebäuden, etc.). Sofern solche Unzulänglichkeiten vorhanden sind und Auswirkungen auf die Flächenausbreitung haben, sind diese im Rahmen der Flächenkorrektur (siehe Kap. 3.5, Stichwort: "Inselbereiche") zu korrigieren.

Dies gilt nicht für abflussrelevante Brücken, die auch im HN-Modell exakt abzubilden sind. Diese sind zusätzlich im HydTERRAIN nachzuarbeiten. Für diese Nacharbeitung werden zusätzlich die als „BRU-Punkte“ klassifizierten ALS-Punkte (siehe 7.2.3) bereitgestellt.

Die bearbeiteten Geländemolldaten werden als HydTERRAIN (Punkte, Bruchkanten, Arbeitsbereichsgrenzen, Seen, gegebenenfalls weitere Elemente) an den AG zurückgegeben, analog zum Ausgangsdatensatz und gegebenenfalls um zusätzliche Feature-Classes ergänzt).

Für 2D-Modelle wird das Modellnetz aus diesen vom AN überarbeiteten TERRAIN-Daten abgeleitet. Die Rückübertragung des 2D-HN-Modellnetzes (oder Teile davon) in das HydTERRAIN ist nicht zulässig.

3.2.2 Auswertung und Ergänzung der Datenbank „Abflussrelevante Strukturen (ArS)“

Der AN ist im Rahmen der Bearbeitung des HydTERRAIN und der hydraulischen Modellierung verpflichtet, die für die Bearbeitung relevanten Strukturen aus den vorhandenen ArS- Datensätzen (FGDB) zu übernehmen. Hierbei handelt es sich unter anderem um Angaben zu Durchlässen, Verwallungen, flächige Geländeerhöhungen (wie z. B. Baugebiete). Bei den erfassten Angaben handelt es sich beispielsweise um Durchmesser, Längen, Höhen über NHN (DHHN2016).

Je nach Art der Daten, sind die Datensätze in das HydTERRAIN, beziehungsweise direkt in das hydraulische Modell zu überführen.

Werden im Rahmen der Bearbeitung weitere abflussrelevante Strukturen erfasst, sind diese in das Abgabethema ArS aufzunehmen (siehe Kap. 0).

3.3 ROH – Wasserspiegellagen für HQT (Raster – ROH_WSP_IST_HQXXX)

Die Aufbereitung der HWGK erfolgt im GIS. Grundlage hierfür bilden die Ergebnisse der hydraulischen Modellierung (nach dem PP04). Maßgebend sind die berechneten maximalen (ROH-) Wasserspiegellagen an den Modell-Knotenpunkten (bei 1D-Berechnungen an den Querprofilen) für die jeweiligen Szenarien beziehungsweise Dauerstufen. Diese sind aus dem hydraulischen Modell getrennt für jedes Szenario beziehungsweise jede Dauerstufe in das GIS zu überführen und abzugeben (siehe auch Kap. 10.6.1).

Je Szenario (HQT) sind für die Aufbereitung der ROH-Wasserspiegellagen die maximalen Wasserstände je Modellknoten über alle berechneten Dauerstufen unter Berücksichtigung von Besonderheiten bei eventuell notwendigen Niederschlagsminderungen zu verwenden.

Aus den Wasserspiegelpunkten ist durch ein geeignetes GIS-Verfahren (Interpolation beziehungsweise Triangulation) ein ROH-Wasserspiegellagenraster je HQT zu erstellen (Kap.10.9.1).

Wurden mehrere Teilmodelle erstellt, sind die Teilergebnisse in einem Ergebnisraster zusammenzuführen. Dabei ist sicherzustellen, dass homogene Wasserspiegellagen vorliegen. Die Ergebnisse zusätzlicher Szenarien (z. B. Dammbreschenberechnungen) sind gemäß Kapitel 10 zusätzlich als eigenständige Datensätze bereitzustellen.

Bei der Interpolation ist darauf zu achten, dass:

- an den Randbereichen keine künstlichen Flanken (Anstieg oder Abfall) entstehen und
- im Bereich zwischen zwei unabhängigen Fließsträngen durch die Interpolation keine Querinterpolationen entstehen.

In den ROH – Wasserspiegellagen sind zusätzlich die Gebäudeflächen, die im hydraulischen Modell als inaktiv (nicht durchströmt) abgebildet sind, aufzufüllen.

Für jeden Disabled-Bereich, der ein Einzelgebäude oder einen generalisierten Gebäudekomplex repräsentiert, werden im Umringpuffer (1 m bzw. doppelte Rasterweite) die im hydraulischen Modell berechneten WSP-Höhen als Punktwolke aus den Modellergebnissen extrahiert (gemäß Kapitel 10.6.1).

Aus diesen einzelnen Punktwolken ist anschließend mittels IDW-Interpolation ein WSP-Raster zu erzeugen und auf die entsprechenden Gebäudeflächen auszustanzten. Für alle Gebäude mit maximal einer Rasterzelle als Anschluss an die Überflutungsfläche sind, wie im vorherigen Absatz beschrieben, interpolierte Wasserspiegellagen innerhalb der Gebäudeflächen zu erzeugen.

Die ROH-Wasserspiegellagenraster geben den Horizont der Wasserspiegellage vor. Sie können auch in Bereichen berechnet werden, in denen das Gelände höher ist als der Wasserspiegel.

Die Ausbreitung der Wasserspiegellagen ist jedoch so zu begrenzen, dass keine unplausiblen Randbereiche entstehen. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes sind die ROH-Wasserspiegellagenraster als unmittelbares Ergebnis der Modellierung ohne weitere Bearbeitung für alle HQ_T. Diese sind entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 im Ergebnisdatensatz als Raster (GEOTIFF) zu übergeben.

Dieser Arbeitsschritt ist für HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (beziehungsweise HQ_{100_oHRB}) vor dem Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität PP06 durchzuführen (siehe Kap. 5.2.8 beziehungsweise 5.2.9).

Zu diesem Zeitpunkt liegen noch keine Dammbreschenberechnungen vor, sodass lediglich die direkt betroffenen Flächen (Hauptwasserkörper) abgebildet werden.

Im Rahmen der weiteren Bearbeitung nach PP06 ist dieser Arbeitsschritt grundsätzlich für jedes abzugebende Szenario (auch HQ₂ beziehungsweise HQ_{100_verklaust}); bei Bedarf auch erneut für HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (beziehungsweise HQ_{100_oHRB}), durchzuführen.

3.3.1 ROH – Wasserspiegellagen für Dammbreschen

Die Aufbereitung der Dammbreschenberechnungen erfolgt grundsätzlich analog zu den Aufbereitungen der anderen Szenarien. In den späteren HWGK werden die Dammbreschen nicht mehr separat erkennbar sein, da diese für die abschließende Darstellung überlagert und mit den anderen Ergebnissen überlagert und zusammengeführt werden.

Für die Überprüfung der Ergebnisse der Dammbreschenberechnungen (unter anderem mit den Kommunen) sowie für die Vorhaltung der Ergebnisse für das Krisenmanagement im Hochwasserfall ist es erforderlich, die Dammbreschenberechnungen im zeitlichen Verlauf zusätzlich einzeln eigenständig abzulegen. Hierfür ist jedoch nur eine teilweise Aufbereitung der Ergebnisse im GIS erforderlich. Für die Erstellung von Animationsdarstellungen für das Krisenmanagement ist die Aufbereitung der Berechnungsergebnisse durch Ableitung der Umgrenzungspolygone aus den Nulllinien der Tiefen-Contouren aus SMS ausreichend (gemäß Kap. 10.2.1 und 1.7.3).

Die GIS-Aufbereitung der ROH-Wasserspiegellagen der Dammbreschen erfolgt gemäß Kap. 0 nur für die Maximalwerte (WSP) der einzelnen Breschensimulationen. Diese werden für die Überlagerung mit den ROH-Wasserspiegellagen der Gewässerberechnungen benötigt.

Im Rahmen der Vorabkontrolle der hydraulischen Berechnungen mit den öRPen, UWBen und den Kommunen (siehe Kap. 5.2.10) sind für HQ_{100} die Dammbreschenberechnungen zusätzlich gesondert aufzubereiten. Zunächst sind die Maximalwasserstände der einzelnen HQ_{100} -Breschen fallweise miteinander zu verschmelzen (Merging). Fallweise bedeutet, dass nur Breschen mit gleicher Fallbetrachtung (siehe Kap. 1.7.4.1) zusammengefügt werden dürfen.

Dadurch bleibt eine Differenzierung zwischen folgenden Situationen möglich:

- **Fall A1:** Hauptwasserkörper infolge Überströmens
- **Fall A2:** Hauptwasserkörper infolge Inanspruchnahme des Freibords
- **Fall B:** geschützte Bereiche

3.4 ROH – Überflutungstiefen für HQ_T (Raster – ROH_UT_HQXXXX) und ROH – Flächenausbreitung (Polygon – ROH_FA_HQXXXX)

Die ROH-Wasserspiegellagen (siehe Kap. 3.3) bilden die Grundlage für die weiteren Auswertungen. Zunächst sind die ROH-Wasserspiegellagen mit dem hydraulisch plausiblen DGM (HydDGM) zu verschneiden. Durch die Differenzbildung entsteht ein Raster der ROH-Überflutungstiefen.

Da Abweichungen zwischen den Höhenwerten des hydraulischen Modells und dem HydDGM nicht ausgeschlossen werden können beziehungsweise das ROH-Wasserspiegellagenraster über die tatsächlich berechneten Überflutungsbereiche hinausragen kann, können lokal Bereiche mit negativen Überflutungshöhen entstehen.

Diese ROH-Überflutungstiefen sind für alle berechneten Hochwasserszenarien HQ_T mit Ausnahme von HQ_{10_oHRB} beziehungsweise HQ_{1000_oHRB} entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 im Ergebnisdatensatz zu übergeben.

Eine Besonderheit stellen hierbei die Bereiche innerhalb der Gebäudeflächen dar, die im hydraulischen Modell als inaktiv (nicht durchströmt) abgebildet sind. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben sind für alle Gebäude mit Anschluss an die Überflutungsfläche ROH-Wasserspiegellagen zu interpolieren. Innerhalb dieser Gebäudeflächen soll allerdings **kein** Verschnitt der ROH-Wasserspiegellagen mit dem HydDGM erfolgen, wodurch in diesen Bereichen keine ROH-Überflutungstiefen (ROH-Überflutungstiefe = 0 m oder No-Data-Werte) ermittelt werden. Die Vorgehensweise führt dazu, dass innerhalb der Gebäudepolygone kein Zusammenhang mehr zwischen HydDGM, ROH-Wasserspiegellagen und ROH-Überflutungstiefen besteht.

Durch Selektion der Bereiche mit positiven Überflutungshöhen in den ROH-Überflutungstiefen-Rastern und deren Umwandlung in Polygone kann der ROH-Überflutungsbereich (ROH-Flächenausbreitung) abgegrenzt werden. Die ROH-Flächenausbreitung muss anschließend noch um die betroffenen Gebäudeflächen ergänzt werden. Dafür werden diejenigen Gebäudeflächen mit Anbindung an die ROH-Wasserspiegellage (ohne Bezug zu den ROH-Überflutungstiefen) immer vollständig in die ROH-Flächenausbreitung aufgenommen.

Diese noch weitestgehend unkorrigierten Flächenausbreitungen sind für alle berechneten Hochwasserszenarien HQ_T als Feature-Class entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 im Ergebnisdatensatz bereitzustellen.

Dieser Arbeitsschritt ist für HQ_{10} und HQ_{100} (beziehungsweise HQ_{100_oHRB}) bereits vor dem Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität im Rahmen des PP06 durchzuführen (siehe Kap. 5.2.8 beziehungsweise 5.2.9).

Zu diesem Zeitpunkt liegen noch keine Dammbreschenberechnungen vor, sodass lediglich die direkt betroffenen Flächen als Hauptwasserkörper abgebildet werden.

Im Rahmen der weiteren Bearbeitung nach dem PP06 ist dieser Arbeitsschritt grundsätzlich für jedes abzugebende Szenario (auch HQ_2 beziehungsweise $HQ_{100_verklaust}$) inklusive der Dammbreschenberechnungen durchzuführen. Bei Bedarf ist die Bearbeitung auch erneut für HQ_{10} und HQ_{100} beziehungsweise HQ_{100_oHRB} durchzuführen.

3.5 Ingenieurtechnisch überarbeitete Flächenausbreitung (Polygon – FA_HQXXXX)

In der flächenhaften Ausbreitung sind durch geeignete Korrekturen plausible Linienführungen in den Randbereichen der einzelnen Hochwasserszenarien zu erzeugen.

Dabei sind sowohl die Randlinien wie auch die Inselbereiche innerhalb beziehungsweise potenzielle Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ_{100} (siehe Kap. 1.3.6.1) außerhalb des Überschwemmungspolygons zu bearbeiten.

Geschützte Bereiche bei HQ_{100} (siehe Kap. 1.3.5.1) sind, sofern sie nicht schon direkt im hydraulischen Modell durch Dammbreschen ermittelt wurden, durch ein geeignetes Verfahren zu ergänzen. Dabei ist auf plausible Wiedergabe der modelltechnisch ermittelten Fließwege zu achten (siehe Kap. 5.2.8.1).

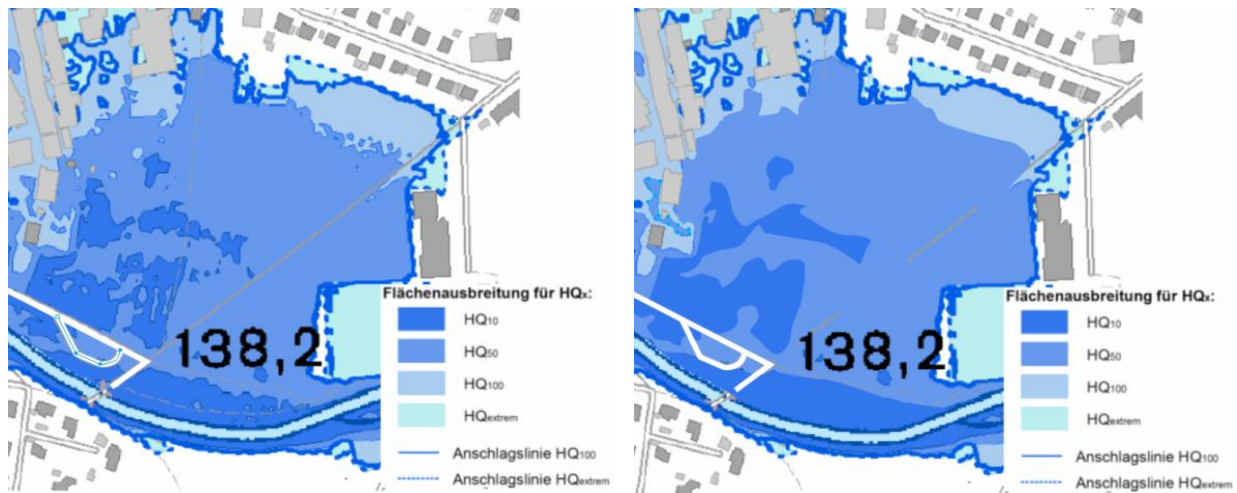


Abbildung 11: links: Flächenausbreitung unkorrigiert;
rechts: Flächenausbreitung korrigiert

Die korrigierte Flächendarstellung ist in Kombination mit den ermittelten Wasserspiegeln die Basis für die Darstellung in der HWGK.

Die manuell durchzuführende Flächenkorrektur ist eine ingenieurmäßige Betrachtung und Abschätzung. Sie dient zugleich der Kontrolle und Plausibilisierung der Untersuchungsergebnisse und ist daher mit besonderer Sorgfalt durchzuführen.

Im Rahmen der Flächenkorrekturen sind in den Szenarien **HQ₁₀₀** und **HQ₁₀₀₀** neben dem **Hauptwasserkörper** (siehe Kap. 2.3.1) zusätzlich folgende Bereiche zu berücksichtigen und zusammenzuführen:

- **Geschützte Bereiche hinter linienhaften Schutzeinrichtungen** bei HQ₁₀₀ (siehe Kap. 2.3.5.1) und bei HQ₁₀₀₀ (siehe Kap. 2.3.5.2)
- **Potenzielle Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen** bei HQ₁₀₀ (siehe Kap. 2.3.6.1)

Überlagern sich die zuvor genannten Bereiche, gilt folgende Hierarchie:

- Hauptwasserkörper (CODE 1) beziehungsweise Hauptwasserkörper infolge Freibordverletzung (CODE 4) vor
- Geschützter Bereich bei HQ₁₀₀ beziehungsweise HQ₁₀₀₀ (CODE 3) vor
- Potenzieller Überflutungsbereich hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ₁₀₀ (CODE 2).

In überlagernden Bereichen ist jeweils die **Flächenkategorie mit der höchsten Hierarchiestufe** darzustellen.

Die Flächenausbreitungen benachbarter sich überlagernder Dammbreschenszenarien werden miteinander verschmolzen (Merging). Es ist darauf zu achten, dass nur gleiche

Gebietskategorien (Hauptwasserkörper beziehungsweise geschützte Bereiche) zusammengefügt werden dürfen.

Zusätzlich ist eine Auswertung derjenigen Breschenstellen durchzuführen, die gemäß Fall A2 (Freibordverletzung, siehe auch Kap. 1.7.4.1) berechnet wurden. Alle Überflutungsflächen (Hauptwasserkörper), die ausschließlich durch Fall A2-Breschen-Ausdehnungen abgegrenzt sind, sind nicht mit dem CODE „1 = Hauptwasserkörper“ zu bezeichnen, sondern mit dem CODE „4 = Hauptwasserkörper infolge Freibordverletzung“ (siehe auch Kap. 0). Der CODE 4 ist in der Hierarchie dem CODE 1 gleichgestellt. Eine zusätzliche Auswertung der Überflutungstiefen für diese Flächen ist daher nicht erforderlich.

Ergänzend zu den textlichen Beschreibungen soll die nachfolgende Tabelle die jeweiligen Hierarchien bei der Überlagerung von Rastern und Flächen aus Breschenberechnungen verdeutlichen:

Tabelle 6: Hierarchien bei der Überlagerung von Rastern und Flächen aus Breschenberechnungen

		Codierung des Überflutungsrasters aus dem hydraulischem Gesamtmodell			
		CODE=1	CODE=2	CODE=3	CODE=4
Codierung des Überflutungsrasters aus Breschenberechnung	CODE=1	Max()	CODE=1	CODE=1	Max()
	CODE=2	CODE=1	Max()	CODE=3	CODE=1
	CODE=3	CODE=1	CODE=3	Max()	CODE=4
	CODE=4	Max()	CODE=4	CODE=4	Max()

Im Abgabedatensatz sind keine Überlagerungen der Kategorien (CODE 1 bis 4) zulässig. Die Polygone der einzelnen Kategorien dürfen lediglich direkt aneinanderstoßen.

Im Szenario HQ_{100_oHRB} (siehe Kap. 1.4.3.1) erfolgt keine Überlagerung mit dem Hauptwasserkörper. Die Korrektur der Flächenausbreitung HQ_{100_oHRB} beinhaltet die Abgrenzung des Wirkungsbereichs von Hochwasserrückhaltebecken. Die Abgrenzung des Wirkungsbereichs erfolgt durch ingenieurmäßige Beurteilung (siehe hierzu 1.3.5.3).

Die korrigierten Flächenausbreitungen sind als Feature-Class entsprechend den Datenvorgaben in Kap. 0 zusammen mit den durchgeführten Modifikationen (Kap. 0) im Ergebnisdatensatz zu übergeben.

3.5.1 Vorschlag für Flächenkorrektur

Nach dem Verschnitt der Wasserspiegellagen mit dem HydDGM (Ergebnis ist ein Differenzenraster) und der Umwandlung in Polygone entlang der Nulllinie entstehen Flächen, die sowohl innerhalb des Hauptwasserkörpers (Inselflächen) als auch außerhalb des Hauptwasserkörpers (Flächen ohne direkten Anschluss an den Hauptwasserkörper) liegen können.

Mit der Funktion "Zonenstatistik" (Zonal Statistics) können für jedes durch den Verschnitt entstandene Einzelpolygon sowohl die Fläche als auch die zugehörige mittlere Überflutungstiefe ermittelt werden. Die beiden Werte dienen als Hilfsgrößen für die weiteren Betrachtungen und die ingenieurmäßigen Korrekturen.

Anmerkung: Bei den "Zonenstatistik-Funktionen" werden bei Inselflächen die mittleren Wassertiefen mit negativen Werten belegt, da es sich um Erhebungen im Gelände handelt und der Wasserspiegelhorizont unterhalb der Geländeoberfläche liegt. Dazu ist es erforderlich, dass die Wasserspiegellagen und die daraus mit dem HydDGM abgeleiteten Überflutungstiefen auch innerhalb der Inselflächen berechnet beziehungsweise interpoliert wurden.

Die nachfolgenden Tabellen liefern Anhaltswerte, bei welchen Flächengrößen und Ausprägungen der Überflutungstiefen ingenieurmäßige Korrekturen vorgenommen werden sollten. Diese Korrekturansätze gelten gleichermaßen für geschützte Bereiche.

Darüber hinaus kann es Sonderfälle geben, für die individuelle Korrekturansätze festzulegen sind (z. B. nasse Fläche innerhalb einer Inselfläche).

Tabelle 7: Empfehlungen für Flächenkorrekturen bei trockenen Inselflächen innerhalb des Hauptwasserkörpers

Flächengröße	Mittlere Wassertiefe [m]	Korrekturempfehlung
> 1000 m ²		Individuelle Betrachtung
500 bis 1000 m ²	-0,03 bis 0 m	Nass (wird Hauptwasserkörper)
200 bis 500 m ²	-0,05 bis 0 m	Nass (wird Hauptwasserkörper)
100 bis 200 m ²	-0,06 bis 0 m	Nass (wird Hauptwasserkörper)
30 bis 100 m ²	-0,10 bis 0 m	Nass (wird Hauptwasserkörper)
< 30 m ²		Nass (wird Hauptwasserkörper)

Tabelle 8: Empfehlungen für Flächenkorrekturen bei nassen Wasserkörpern außerhalb des Hauptwasserkörpers

Flächengröße	Mittlere Wassertiefe [m]	Korrekturempfehlung
> 500 m ²		Individuelle Betrachtung
100 bis 500 m ²	0 bis 0,10 m	Trocken (wird gelöscht)
< 30 m ²		Trocken (wird gelöscht)

3.6 Ingenieurtechnisch überarbeitete Wasserspiegellagen für HQ_T (Raster – WSP_HQXXXX)

Die ROH-Wasserspiegellagenraster (siehe Kap. 3.3) sind auf Basis der korrigierten Flächenausbreitungen (siehe Kap. 3.5) zu beschneiden.

In aufgefüllten Bereichen, in denen keine plausiblen ROH-Wasserspiegellagen vorhanden waren, ist durch ein geeignetes Verfahren eine Wasserspiegellage zu ermitteln. Bei aufzufüllenden Insellagen, in denen der prognostizierte Wasserstand unter der Geländehöhe liegt, ist keine Modifikation des Wasserspiegels vorzunehmen

Als Ergebnis wird die Berechnung homogener Wasserspiegellagen für das gesamte Bearbeitungsgebiet erwartet. Null-Werte (= Ziffer „0“) sind nicht erlaubt.

Die Wasserspiegellagenraster für HQ₁₀₀ sind entsprechend der Gebietskategorien in der korrigierten Flächenausbreitung (siehe Kap. 3.5) aus den Werten für folgende Komponenten zusammenzusetzen:

- den Hauptwasserkörper (siehe Kap. 1.3.1),
- die geschützten Bereiche bei HQ₁₀₀ (siehe Kap. 1.3.5.1) und
- die potenziellen Überflutungsbereiche hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ₁₀₀ (siehe Kap. 1.3.6.1)

An den Schnittkanten können Wasserspiegellagensprünge entstehen.

Die ROH-Wasserspiegellagenraster für Dammbreschenberechnungen sind entsprechend der Zusammenführung im Rahmen der Flächenkorrektur (siehe Kap. 3.5) zu überlagern. Für den geschützten Bereich beziehungsweise den Hauptwasserkörper, sofern die Freibordvorgabe nicht eingehalten wird, sind die ROH-Wasserspiegellagenraster der einzelnen Breschenszenarien mit dem jeweils höchsten Wert zu mosaikieren.

Die endgültigen Wasserspiegelraster sind für die Hochwasserszenarien HQ₁₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀ und HQ₁₀₀₀ beziehungsweise HW_{EXTREM} (siehe Kap. 3.8) sowie – sofern vorhanden – für das HQ_{100_oHRB} beziehungsweise das HQ_{100_verklaust} als Raster (GEOTIFF) zu

erstellen. Diese sind entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 im Ergebnisdatensatz zu übergeben.

3.7 Überflutungstiefen für HQ_T (Raster – UT_HQXXXX)

Die Überflutungstiefen leiten sich aus der Differenz zwischen den Wasserspiegellagenraster (siehe Kap. 3.6) für alle HQ_T und dem vom AN überarbeiteten hydraulisch plausiblen Geländemodell (HydDGM) ab. Die Überflutungstiefen sind für die Hochwasserszenarien HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{1000} und – sofern vorhanden – für das HQ_{100_oHRB} beziehungsweise das $HQ_{100_verklaust}$ zu erstellen.

Diese sind entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 als Raster (GEOTIFF) zu übergeben.

Negative Überflutungstiefen sind nicht zulässig. In aufgefüllten Bereichen, in denen rechnerisch negative Überflutungshöhen entstehen, sind die Überflutungstiefen auf einen Zentimeter zu setzen.

3.8 Überlagerungen für HW_{EXTREM}

Nach Abschluss der Flächenkorrekturen und der daran anschließenden Modifikation der Wasserspiegellagen und der Überflutungstiefen für die berechneten Szenarien HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{1000} und – sofern vorhanden – für das HQ_{100_oHRB} beziehungsweise $HQ_{100_verklaust}$ erfolgt die Überlagerung von HQ_{1000} , HQ_{100_oHRB} und $HQ_{100_verklaust}$ zum Szenario HW_{EXTREM} .

In die Überlagerung einzubeziehen sind die geschützten Bereiche bei HQ_{1000} hinter linienhaften Schutzeinrichtungen (siehe 1.3.5.2), allerdings durchgehend als Hauptwasserkörper. Die Überlagerung erfolgt mit den ingenieurtechnisch überarbeiteten Wasserspiegellagen (siehe Kap. 3.6). Der jeweils höchste Wasserstandswert ist maßgebend.

Anschließend sind die Überflutungstiefen als Differenz zwischen der Wasserspiegellage und dem hydraulisch plausiblen Geländemodell (HydDGM) zu ermitteln.

Anhand der positiven Überflutungsflächen kann hieraus die ROH-Flächenausbreitung für das HW_{EXTREM} abgegrenzt werden, die anschließend anhand der durchgeführten ingenieurmäßigen Flächenmodifikationen in den zugrundeliegenden Einzelszenarien überprüft und gegebenenfalls nochmals modifiziert werden muss.

Für das Szenario HW_{EXTREM} werden keine geschützten Bereiche ermittelt und ausgewiesen.

Die Abgabe der Wasserspiegellagen, der Überflutungstiefen sowie der Flächenausbreitungen (ROH und ingenieurmäßig überarbeitet) erfolgt für das Szenario HW_{EXTREM} entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10.

3.9 Fließgeschwindigkeiten für HQ_T (Vektoren)

Die Ergebnisse der Fließgeschwindigkeiten aus der 2D-Berechnung sind so aufzubereiten, dass neben v_{\max_x} und v_{\max_y} auch eine resultierende Geschwindigkeit v_{\max} sowie der zugehörige Richtungswinkel angegeben wird.

Der Richtungswinkel ist arithmetisch (0-Wert auf positiver x-Achse gegen den Uhrzeigersinn) anzugeben.

Auf Basis der benetzten Knoten ist für jedes Szenario und jede betrachtete Dauerstufe gemäß Vorgabe in Kap. 10.6.1 eine Feature-Class abzugeben.

3.10 Besonderheiten für die Anlassbezogene Fortschreibung

Die GIS-Aufbereitung ist im Rahmen einer Anlassbezogenen Fortschreibung grundsätzlich erforderlich. Ist der beauftragte Planer aufgrund technischer Voraussetzungen nicht in der Lage, die geforderten GIS-Aufbereitungen in den spezifizierten Formaten durchzuführen, kann in Abstimmung mit den Projektbeteiligten der HWGK die GIS-Leistung ausgegliedert werden.

Diese Leistungen werden dann an einem HWGK-erfahrenen externen Dienstleister von Seiten der HWGK vergeben.

4. Weitere Auswertungen

4.1 Sicherheitsbetrachtung von Schutzeinrichtungen

Für die Ermittlung der Schutzwirkung von Hochwasserschutzeinrichtungen (einschließlich mobiler Schutzeinrichtungen) ist eine gesonderte Betrachtung über Einhaltung des festgesetzten Freibordes durchzuführen.

Die Überprüfung des Freibordes dient bei der Erstellung der Gefahrenkarten als Kriterium zur Abgrenzung der geschützten Bereiche. Dabei werden ausschließlich die Lage und die Höhe des Bauwerkes in die Betrachtung einbezogen. Von der bautechnisch ordnungsgemäßen Funktionsfähigkeit der Schutzanlage wird dabei ausgegangen.

Weitere Untersuchungen zur Standsicherheit werden nicht durchgeführt und es können somit aus den Hochwassergefahrenkarten keine Aussagen über die sicherheitstechnischen Aspekte und den Bauzustand der Bauwerke abgeleitet werden. Den Betreibern obliegt die Pflicht die bautechnisch ordnungsgemäße Funktion des Bauwerkes sicherzustellen.

Der maßgebliche Freibord ist in Anlehnung an die Vorgaben/Empfehlungen im Kap. 1.3.4 zu ermitteln.

Die Sicherheitsbetrachtung ist für die Szenarien HQ₁₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀, HQ_{100_oHRB} und HQ₁₀₀₀ durchzuführen und gemäß Kap. 0 abzugeben.

Grundsätzliches:

Maßgebend für den erforderlichen Freibord ist die Wasserstandshöhe über dem Gelände.

Für eine Schutzanlage wird – wie bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen üblich – ein maßgebliches Freibordmaß für die Gesamtanlage beziehungsweise sinnvoll abgegrenzte Schutzabschnitte festgelegt.

Die Festlegung der Geländehöhe – in der Regel am Dammfuß auf der Luftseite der Anlage – kann abschnittsweise erfolgen. Die Betrachtung erfolgt in Segmenten von einem Meter Länge, wobei eine Punktauswertung mit einem Abstand von einem Meter als hinreichend genau angesehen wird.

Für die Freibordauswertung sind die gewässerseitigen Wasserspiegellagen heranzuziehen. Zur Ermittlung der maßgebenden Wasserspiegellagen sind die tatsächlichen Dammhöhen (d.h. ohne Abzug von Freibordvorgaben) anzuwenden.

Von folgenden Arbeitsschritten wird ausgegangen:

- Ermittlung einer Linie des „normalen“ Geländes. In der Regel der Dammfuß auf der Luftseite der Anlage.
- Diskretisierung der Linie in Segmente mit einer Länge von 1 m. Jedes Segment wird durch einen Punkt am Anfang des Segmentes repräsentiert.
- Festlegung der maßgeblichen Geländehöhe dieser Segmente beziehungsweise Punkte.
- Ermittlung der Wasserstandshöhe für H_{QT} dieser Segmente beziehungsweise Punkte z. B. mittels Projektion der an der Schutzanlage wasserseitig anliegenden Wasserspiegellage des Hauptwasserkörpers.
- Ermittlung der Differenz zwischen Geländehöhe und Wasserstandshöhe für alle H_{QT} .
- Ermittlung des vorhandenen Freibords als Differenz zwischen Damm- beziehungsweise Bauwerkskrone und Wasserstandshöhe bei H_{QT} .
- Vergleich des vorhandenen Freibords mit dem erforderlichen Freibord (Freibordvorgabe). Der Freibord gilt als eingehalten, wenn er beim H_{QT} -Ereignis (n-Fall) nicht in Anspruch genommen wird.
- Auswertung des Schutzgrades der Anlage auf Basis der Freibordauswertung. Hierzu muss der Schutzgrad der Anlage basierend auf den hydraulischen Ergebnissen mittels Interpolation ermittelt werden. Der Schutzgrad kann auf 10 Jahre gerundet abgeschätzt werden. Maßgebend ist der Abschnitt mit dem geringsten Schutzgrad.

Die Berechnung erfolgt exakt entlang des Verlaufs der Liniengeometrie der Schutzanlage in Form eines Punkttuples. Dieses ist entsprechend den Datenvorgaben in Kapitel 10 im Ergebnisdatensatz zu übergeben.

Es ist darauf zu achten, dass für die Sicherheitsbetrachtung immer die maximale Wasserstandshöhe an der entsprechenden Hochwasserschutzanlage für die Sicherheitsbetrachtung verwendet wird.

4.2 Sicherheitsbetrachtung von gewässerbegleitenden Längsstrukturen und Bauwerken

Analog zu den Hochwasserschutzanlagen ist bei als dicht angesehenen gewässerbegleitenden Längsstrukturen und Bauwerken (Kap. 1.3.6) grundsätzlich ein Sicherheitsabschlag von min. 0,2 m und max. 1,0 m festzusetzen (siehe auch Kap. 1.3.4.3).

Die Sicherheitsbetrachtung erfolgt entsprechend der Sicherheitsbetrachtung von Schutzeinrichtungen (Kap. 4.1).

4.3 Brückenstatus

Entlang der zu untersuchenden Gewässer sind alle Brücken zu erfassen, die das Gewässer kreuzen.

Für die Szenarien HQ_{100} und HQ_{1000} ist auszuwerten, ob die Brücke rechnerisch eingestaut beziehungsweise der Freibord in Anspruch genommen wird (siehe Kap. 1.4.3.2).

Der Freibord gilt als in Anspruch genommen, wenn der berechnete Wasserstand höher ist als der tiefste Punkt abzgl. Freibordmaß. Diese Vorgehensweise dient der Abschätzung bzgl. einer möglichen Verklauung der Brücke für das Szenario $HQ_{100_verklaust}$ (siehe Kap. 1.4.3.2 beziehungsweise 1.4.3.3). Die Erfassung erfolgt in einem Datensatz; d.h. pro Brücke ein Punkt.

Das Punkttthema ist entsprechend den Datenvorgaben in Kap. 10.1.1 im Ergebnisdatensatz zu übergeben.

4.4 Verdolungsstatus

Analog zum Brückenstatus ist für alle Verdolungseinläufe ein entsprechender Verdolungsstatus zu erheben und abzugeben.

Der Verdolungsstatus dient der Einschätzung der Leistungsfähigkeiten von Verdolungen und gibt an, ob eine Verdolung bei HQ_{100} teil- oder vollgefüllt ist.

Die Erfassung erfolgt in einem Punkttthema, das entsprechend den Datenvorgaben in Kap. 0 im Ergebnisdatensatz zu übergeben ist.

Für die Verdolungen sind zur Validierung der im HN-Modell ermittelten Leistungsfähigkeiten gemäß Kap. 1.3.7.3 entsprechende Vergleichsrechnungen durchzuführen.

4.5 Bauwerkssteckbriefe (innerhalb von Gewässerabschnitten mit Berücksichtigung von Verklauungsansätzen)

Für Bauwerke (Brücken, Verdolungen sowie für zwischen dem AN und dem AG abgestimmte, maßgebliche hydraulisch relevante bewegliche Wehre) innerhalb der Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklauungsansätzen (siehe Kap. 1.4.3.3 beziehungsweise 0) sind Bauwerkssteckbriefe gemäß der vom AG bereitgestellten Vorlage zu erstellen.

Die Benennung erfolgt über das Attribut <P_NAM> aus der Querprofildatenbank (siehe auch Kap. 10.5.1), gefolgt vom Bauwerkstyp („BRUECKE“, „WEHR“ oder „VERDOLUNG“). Für Verdolungen ist das Einlaufprofil zu verwenden.

Die erste Vorlage der Bauwerkssteckbriefe mit den Bauwerksdaten inklusive der Bauwerksfotos und Vermessungsabbildungen erfolgt (digital im MS-Word-Format oder im PDF-Format) mit der Abgabe des Modellnetzes zur QS-Prüfung im Vorfeld des Besprechungstermins (PP03).

Die Einschätzung der Verklausungsgefahr und optional die Festlegung gesonderter Verklausungsansätze für einzelne Bauwerke erfolgt spätestens im Rahmen des Besprechungstermins zum PP05.

Folgende Gefährdungseinschätzungen können pauschal für die Verklausungsgefahr angenommen werden:

- Brücken mit berechnetem Freibord > 50 cm bei HQ_{100} werden als „gering“ klassifiziert.
- Brücken mit berechnetem Freibord < 50 cm bei HQ_{100} werden ingenieurmäßig beurteilt: Kleine Brücken sowie Brücken mit Mittelpfeiler(n) werden als „hoch“, die übrigen als „mittel“ eingestuft.
- Kleine Verdolungen (kleiner oder gleich DN1600) werden als „hoch“, alle anderen als „mittel“ klassifiziert.
- Wehre mit fester Schwelle werden als „gering“, die übrigen als „mittel“ klassifiziert.

Diese pauschalen Angaben können durch individuelle Einschätzungen überschrieben werden.

Mit dem Schlussbericht sind die abschließenden Bauwerkssteckbriefe - ergänzt um Ausschnitte aus den neu berechneten Überflutungstiefenkarten (sofern berechnet auch für das $HQ_{100_verklaust}$) - zusammen mit einer kurzen verbalen Risikobeschreibung zu den Auswirkungen einer Verklausung beziehungsweise eines Versagensfalls des Bauwerks abzugeben. Diese Abgabe erfolgt ebenfalls digital in den Formaten MS-Word und PDF.

4.5.1 Besonderheiten der Anlassbezogenen Fortschreibung

Im Rahmen einer AF sind ohne gesonderten Auftrag keine Bauwerksteckbriefe zu erstellen.

4.6 Umgang mit Hochwasserrückhaltebecken

4.6.1 Einstauflächen

Sind aus den Betriebsvorschriften für HRBen definierte Stauziele für die zu untersuchenden Bemessungsjährlichkeiten HWGK vorgegeben oder ableitbar, müssen sich diese in den errechneten Flächenausbreitungen HQ_{10} , HQ_{50} und HQ_{100} wiederfinden.

Liegen diese Daten nicht vor, kann als vereinfachter Ansatz für die Abflussereignisse HQ₁₀, HQ₅₀, HQ₁₀₀ der Vollstau (Zv) angenommen werden, da die benötigten Beckenwasserstände für die HWGK-Szenarien oft nicht ohne deutlich erhöhten Mehraufwand ermittelt werden können.

Für das Szenario HQ₁₀₀₀ ist das Maximum der Beckenwasserstände ZH1 und ZH2 gemäß DIN 19700-10-2004 anzusetzen (HWBF1, HWBF2). Die benötigten Angaben werden aus den entsprechenden Betriebsvorschriften entnommen und mit den zuständigen Wasserbehörden abgestimmt.

Beginnt das Bearbeitungsgebiet HWGK direkt im Unterwasser eines HRB, sind Einstauflächen zusätzlich zu ermitteln. Alle Becken, die Einfluss auf die Hydraulik der HWGK-Gewässer haben, sind in der Feature-Class „HWS_HRB“ zu ergänzen und die Attribute zu befüllen. Da jedoch nicht zwingend alle in der Feature-Class enthaltenen HRB in der Hydrologie für die HWGK berücksichtigt sein müssen, muss aus kartografischer Sicht die Einführung eines Attributs in den Abgabedatensatz (berücksichtigt in Hydrologie HWGK / 0=nein; 1=ja) erfolgen.

4.7 Zusätzliche Informationen zur Gefährdungssituation

Im Rahmen der hydraulischen Bearbeitung werden besondere Gefahrensituationen deutlich, beispielsweise

- wenn sich hinter einem Querbauwerk (z.B. Straßendamm) eine HRB-ähnliche Situation einstellt, die bei Verstopfen des Durchlasses zu einer Überströmung führen kann und dadurch die Bauwerkssicherheit gefährdet.
- wenn großflächige Überflutungsflächen durch lokale Maßnahmen vermieden werden können (z. B. durch das Schließen einer Unterführung oder durch die Unterbrechung eines Fließwegs mit geringer Fließtiefe).
- wenn erosionsgefährdete Bereiche lokalisiert werden, wodurch unterhalb liegende Engstellen kritisch werden können.
- wenn sich Hinweise zu maßgeblichen Gefahrensituationen aus der Ortsbegehung und den Fachgesprächen ergeben.
- wenn sonstige für den Nutzer der Karte interessante Informationen in der Bearbeitung erhoben werden.

Eine entsprechende Feature-Class „ALLG_HINWEIS_GEFAHREN“ wird in Kap. 0 beschrieben. Zudem sind diese Punkte im Bericht unter der Rubrik „Besonderes“ in den entsprechenden Kapiteln zu dokumentieren.

5. Projektablauf / Abstimmungsprozess / Dokumentation der Arbeiten

5.1 Projektablauf in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF) – Ablaufschema

Mit den Ausschreibungsunterlagen wird ein Projektablaufschema zur Verfügung gestellt, das die Grundlage für den vorgesehenen Projektablauf bildet.

Die vom AN zu erstellenden und regelmäßig fortzuschreibenden Projektzeitpläne sind auf Basis dieses Ablaufschemas zu strukturieren.

Im Verlauf der Bearbeitung sind sinnvolle Anpassungen einzelner Arbeitsschritte möglich.

5.2 Abstimmungstermine, Pflichttermine in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF)

5.2.1 Regelmäßige Projektbesprechungen (Jour Fixe)

Im Rahmen der Projektbearbeitung werden regelmäßige Projektbesprechungen zwischen AN und AG durchgeführt.

Dabei stellt der AN den aktuellen Projektfortschritt im Hinblick auf die definierten Meilensteine dar. Darüber hinaus können offene Fragen geklärt und zusätzlicher Datenbedarf abgestimmt werden.

Die Häufigkeit der Projektbesprechungen wird im Rahmen der Bearbeitung variieren. Es ist davon auszugehen, dass alle 8-12 Wochen ein solcher Termin (Jour Fixe) stattfinden wird.

Die Besprechungen sind vom AN zu protokollieren.

Darüber hinaus ist die in der Leistungsbeschreibung genannte Anzahl an Tagen für Ortsbegehungen einzukalkulieren.

Die Pflichtpunkte (mit der Bezeichnung PPxx) werden im Rahmen der Projektbesprechungen gemäß der nachfolgenden Tabelle behandelt. Erforderlichenfalls können im Zuge der Projektbesprechungen zusätzlich hydrologische Fragestellungen erörtert werden (siehe LB Hydrologie). Die Besprechungen werden nach Gruppe 9 des Preisblattes gesondert nach der Anzahl abgerechnet.

Tabelle 9: Übersicht der Pflichtpunkte (PP) in der Gebietsweisen Fortschreibung (GF) zu Aufgaben, Datenabgaben und Projektbesprechungen

Pflichtpunkt	Inhalt
PP01	Übernahme, Aufbereitung und Abgleich der Grundlagendaten (Startgespräch) mit Grundlagenabgleich: Vor Berechnungsbeginn werden die Grundlagendaten mit der zuständigen Wasserbehörde diskutiert.
PP02	<p>Diskussion und Festlegung zu Hochwasserschutzanlagen und Gewässerbegleitende Längsstrukturen (siehe Kap. 5.2.2)</p> <p>Abschließende Festlegung der Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen (HQ_{100_verklaust}-Abschnitte) für die Erstellung von Bauwerkssteckbriefe (siehe Kap. 1.4.3.3 beziehungsweise 4.5)</p> <p>Kontrolle und gegebenenfalls Überarbeitung der Centerline</p> <p>Abstimmung der Aufteilung der Stadtknoten (siehe Kap. 2.7.2); hierfür muss der HQP1 (LB-Hydrologie) abgeschlossen sein.</p>
PP_P	<p>Vorlage der Ergebnisse zum Fachgespräch Pegel (siehe Kap.5.2.3)</p> <p>Fachlicher Abgleich der hydraulisch berechneten Stützstellen der Wasserstands-/Abflusskurve (W/Q-Beziehungen) mit der aktuell gültigen Abflusskurve.</p>
Fachgespräch Pegel (siehe Kap. 5.2.3)	
PP03	<p>Vorlage des überarbeiteten HydTERRAIN und HydDGM.</p> <p>Vorlage Modellnetz mit exemplarischem Berechnungslauf mit vorläufigem HQ_{1000_oHRB} zur Prüfung für die Modellfreigabe (siehe Kap. 5.2.4). Voraussetzung ist der vorherige Abschluss von HQP2 (LB Hydrologie).</p> <p>Abstimmung der Lage von Kontrollquerschnitten (KQS) und Kontrollknoten (KK) mit QS 2 / QS 3 (siehe auch Kap 1.6.5)</p> <p>Abstimmung Berechnungsansätze für Verdolungen > 50 m (siehe Kap. 1.3.7.3). Erste Vorlage der Bauwerkssteckbriefe (siehe Kap. 4.5)</p> <p>Dokumentation zum HN-Modellaufbau anhand ausgewählter Kapitel gemäß Kap.11.1, Mustergliederung für Schlussbericht (HWGK-GF)</p> <p>Modellfreigabe durch die QS2 für die weitere Bearbeitung.</p>

(PP_MH)	Begleitung der Modell-Harmonisierung durch QS2 und QS3 inkl. ggf. notwendiger Prüfung der veränderten Rauheitsbelegung
PP04	<p>Termin nach</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschluss der Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell • finaler Anpassung des BFGM-D • bestandenem Prüfschritt HQP4 (LB Hydrologie) <p>(siehe Beschreibung in Kap. 2.1.1)</p> <p>Vorstellung des harmonisierten Flood Routings, des final angepassten BFGM-D, ggf. vorgenommenen Anpassungen am hydraulischen Modell sowie von Besonderheiten im Modellgebiet. Festlegung der maßgeblichen Dauerstufen bzw. Kombinationen aus Niederschlagsminderung und Dauerstufe für die HWGK-Szenarien.</p>
PP05	<p>Vorlage der Erstberechnung HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (Rohergebnisse)</p> <p>Abgleich zu bestehender HWGK und Bewertung der Abweichungen (siehe Kap. 5.2.7 und 1.5.6)</p> <p>Festlegung der Verklausungsansätze für HQ_{100_verklaust} (siehe Kap. 1.4.3.2)</p>
PP06	<p>Vorlage der Rohergebnisse HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (GIS-Daten und PDF-Karten) für Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität (siehe Kap.5.2.8)</p> <p>Vorlage der Fließweganalyse (Kap. 5.2.8.1)</p>
Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität mit öRP und UWB (siehe Kap. 5.2.9)	
PP07	<p>Abgabe vorläufiger Ergebnisdaten zur Vorbereitung des Workshops: Vorabkontrolle der hydraulischen Berechnungen mit öRP, UWB und Kommunen) (siehe Kap. 5.2.10)</p> <p>u.a. ROH-WSP (gemäß Kap. 11.9.1), ROH-UT (gemäß Kap. 11.8.1) und ROH-FA gemäß Kap. (11.3.2) für HQ₁₀ und HQ₁₀₀</p> <p>sowie kumulierten Ergebnissen der Breschenberechnungen für HQ₁₀₀ (gemäß Kap. 11.9.2.1 und 11.2.3)</p>
Workshop: Vorabkontrolle der hydraulischen Berechnungen mit öRP, UWB und Kommunen (siehe Kap. 5.2.10)	

PP08	Nach der abschließenden Berechnung aller Szenarien erfolgt die finale Datenaufbereitung und vollständige Datenabgabe. Durch das öRP erfolgt eine Kontrolle, ob alle FIS-Meldungen eingearbeitet und hydraulisch berücksichtigt wurden. Ist der PP08 bestanden, wird der QS-Prozess gestartet.
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.2.2 Festlegung Hochwasserschutzanlagen / Gewässerbegleitende Längsstrukturen (PP02)

Im Rahmen des Jour Fixe legt der AN eine Übersicht vor, in der alle Hochwasserschutzanlagen sowie hydraulisch relevanten Längsstrukturen und Bauwerke zur Abflusslenkung und -aufteilung (inklusive Wasserkraftanlagen) im Untersuchungsgebiet dargestellt sind.

Gemeinsam mit der Unteren Wasserbehörde wird festgelegt, welche Dämme und mobile Schutzeinrichtungen offizielle Hochwasserschutzanlagen darstellen und in der Feature-Class „HWS_Schutzanlage“ zu erfassen sind.

Die Strukturen, die nicht als Hochwasserschutzanlage erfasst wurden, aber die Kriterien nach Kapitel 1.3.6 erfüllen, sind in der Feature-Class „HWS_laengsstruktur“ (Kap. 0) abzulegen. Über eine Codierung gemäß der Formatbeschreibung in Kapitel 10 wird in diesem Feature festgelegt, wie die Struktur klassifiziert wird (z.B. Schutzlinie Häuser, Mauern, Straßendamm, Eisenbahndamm usw.).

Auf Basis dieser Festlegungen sind die Freibordvorgaben beziehungsweise analog die Sicherheitsabschläge gemäß Kap. 1.3.4 zuzuordnen. Sind anhand der Vorgaben keine eindeutigen Zuordnungen möglich, ist eine Klärung mit dem AG und der Unteren Wasserbehörde herbeizuführen.

Alle weiteren erkannten, aber nicht zugeordneten abflussrelevanten Strukturen (beispielsweise kleinere Verwallungen) sind in den Datensatz der „Abflussrelevanten Strukturen ArS“ aufzunehmen (siehe Kap. 1.3.8 beziehungsweise 0).

Im Rahmen des PP02 sind die Gewässerabschnitte abschließend festzulegen (siehe Kap. 1.4.3.3), innerhalb derer Bauwerkssteckbriefe (siehe Kap. 4.5) zu erstellen sind.

5.2.3 Fachgespräch Pegel / Pegelmodelle (PP_P)

Für die Erstellung der Pegelmodelle gibt es die gesonderte Leistungsbeschreibung „Erstellung von 2D-Strömungsmodellen für Landespegel in Baden-Württemberg für das Hochwasser-Abflussspektrum“. Darin ist die methodische Vorgehensweise zur Erstellung von 2D-Strömungsmodellen für die Landespegel in Baden-Württemberg ausführlich beschrieben. Neben einer Beschreibung über die grundsätzliche Vorgehensweise zur

Erstellung eines Pegelmodells sind zusätzlich die Anforderungen an hydraulische Modellierung und die erforderliche Dokumentation / Datenabgabe zu diesem Pegel-Pflichtpunkt beschrieben. Im Rahmen der Pegelerstellung ist vor dem „Fachgesprächs Pegel“ analog zum PP03 (siehe Kap. 5.2.4) eine Modellprüfung durch die QS2 vorgesehen.

Im Rahmen des Fachgesprächs Pegel werden zusammen mit dem Pegelwesen der LUBW und den örtlich zuständigen Regierungspräsidien (HWGK und Pegelwesen) die vorhandenen Pegeldaten den ersten Berechnungsergebnissen HWGK-F an den Pegelstandorten gegenübergestellt.

Dabei werden u.a. die hydraulisch berechneten Stützstellen der W-Q-Beziehung mit der aktuell gültigen Abflusskurve verglichen und bewertet. Gegebenenfalls wird in diesem Zusammenhang eine iterative Vorgehensweise notwendig und das weitere Vorgehen abgestimmt. Der AN erstellt einen Vorschlag für die weitere Vorgehensweise.

Sofern bei der Bearbeitung kein bereits abgestimmtes Pegelmodell eingesetzt wurde, sind im Nachgang zum fachlichen Abgleich der Pegeldaten die Wasserstands-/Abflusskurven (W/Q-Beziehungen) an den entsprechenden Pegeln in Abstimmung mit dem Pegelbetreiber, der LUBW und dem AG zu aktualisieren.

Über die Erstellung des Pegelmodells, die Berechnungen und Ergebnisse ist ein Kurzbericht zu verfassen.

5.2.4 Überprüfen des Modellnetzes / Exemplarischer Proberechenlauf (PP03)

Die Überprüfung des Modellnetzes erfolgt auf Grundlage eines ersten exemplarischen Proberechenlaufes (instationär - oder in Abstimmung mit dem AG - auch stationär) mit maximalen Abflusswerten im Bereich des HQ_{1000} oder alternativ HQ_{100_oHRB} beziehungsweise HQ_{1000_oHRB} .

Der Proberechenlauf dient als Nachweis für die ordnungsgemäße Modellerstellung, soll aufzeigen, dass der Modellumfang ausreichend gewählt wurde, und bildet die Grundlage für die Einschätzung der Modellqualität.

Das Berechnungsnetz ist als 2dm-Datei (inklusive der Verzeichnisse DATA-IN und DATA-OUT) dem AG zusammen mit den vorläufigen Bauwerkssteckbriefen (in den Gewässerabschnitten mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen; siehe Kap. 1.4.3.3) und den Ergebnissen des Proberechenlaufs zur Prüfung rechtzeitig vor dem Meilensteintermin / Jour Fixe (PP03-LV) vorzulegen.

Für die netzbezogenen Ergebnisdateien in HydroAS ist das h5-Format zu erzeugen.

Zusätzlich ist für die im Modell verwendeten Bodennutzungen (Materialien) eine Legende (*.materials) mit einer sinnvollen Symbolisierung aller Nutzungstypen anzulegen und abzugeben.

Für die Kontrolle im GIS sind folgende Datensätze bereitzustellen und zu dokumentieren:

- das überarbeitete HydTERRAIN sowie das HydDGM,
- das Berechnungsnetz zusätzlich zum modellinternen Format (Kap. 0) als Polygoneometrie (gemäß Kap. 10.6.2),
- die Abflussrelevanten Strukturen (ArS) (gemäß Kap. 0),
- die Kontrollquerschnitte (gemäß Kap. 0).

Im Zuge des PP03 ist die Lage der Kontrollquerschnitte mit der QS2 und QS3 für die weitere Verwendung im Projektablauf abzustimmen. Ebenso sind die Modellstützpunkte (Knotenpunkte) mit den Ergebnissen des Proberechenlaufs (gemäß Kap. 10.6.1 und 10.6.2) abzugeben.

Die Dokumentation der Datengrundlagen und zum Modellaufbau erfolgt gemäß Kap. 5.4.

Nach Freigabe des Modellnetzes durch den AG und die durch ihn beauftragte externe Qualitätssicherung kann das HN-Berechnungsmodell für die hydraulischen Berechnungen eingesetzt werden.

Zusätzlich sind die Ergebnisse des Proberechenlaufs (max. Wasserspiegellagen) flächenhaft mit dem HydDGM zu verschneiden und ohne manuelle Nachbearbeitung vorzulegen. Die Verschneidung der Ergebnisse mit dem HydDGM dient der Qualitätsüberprüfung des Modellnetzes.

Überprüft wird insbesondere (teilweise nur stichprobenartig):

- Sind alle Bauwerke in und am Gewässer im Modell abgebildet?
- Wie erfolgt die Berücksichtigung von 1D-Fließelementen?
- Liegt eine Validierung der Leistungsfähigkeit von Verdolungen vor?
- Bildet das Modell alle hydraulisch relevanten Strukturen wie Dämme, Straßen, Bahnstrecken, Gräben ab?
- Wurden die Vermessungsdaten passend im Modellnetz abgebildet?
- Enthält das Modell alle hydraulisch relevanten Durchlässe auf dem Vorland?
- Welche Rauheitswerte wurden angesetzt, wie wurden diese bezeichnet und wie sind diese abgegrenzt (nicht nur über ATKIS-Nutzungseinheiten, sondern anhand aktueller Luftbilder, Vermessungsfotos sowie der Fließgewässerbegehung konkretisiert)?
- Berücksichtigung von Gebäuden als „Disabled Elements“?

- Sind bei Brückenbauwerken die Widerlager berücksichtigt und die KUK gemäß der Vermessung gesetzt?
- Sind alle Flächen im Vorland an das Hauptgewässer angeschlossen?
- Entsprechen die berechneten Fließwege denen des DGM?
- Entstehen durch den Verschnitt unplausible Rück- oder Hinterströmungen?

Im Rahmen des PP03 sind auch die Dauerstufen der Abflussszenarien im potenziell natürlichen Zustand (ohne Ansatz von Beckenwirkungen) HQ_{x_oHRB} festzulegen.

Die Dauerstufen sind so zu wählen, dass sie für möglichst große Bereiche des Untersuchungsgebiets als näherungsweise maßgeblich angesehen werden können.

Der AN muss einen Vorschlag für die vier zu verwendenden Berechnungsläufe machen (zwei Dauerstufen für HQ_{100_oHRB} und jeweils eine für HQ_{10_oHRB} und HQ_{1000_oHRB}) und diesen mit dem AG abstimmen.

Hierzu ist eine hydrologische Auswertung der Maximalabflüsse in Kartenform (Übersichtskarte mit farbiger Darstellung der maßgebenden Dauerstufen entlang der Centerline) aufzubereiten und mit dem AG (QS2 und QS3) abzustimmen.

Die Vorgaben zur Modellierung aus den Kap. 1.7.1 und 1.7.2 sind besonders zu beachten.

Mit Abschluss des PP03 erfolgt die Modellfreigabe durch die QS2 für die nachfolgende Modell-Harmonisierung. Nach der Modellfreigabe dürfen nur noch in Abstimmung mit dem AG und der UWB Modellveränderungen vorgenommen werden, welche nicht zu relevanten Veränderungen des Flood Routings führen.

5.2.5 Begleitung der Modell-Harmonisierung (PP_MH)

Je nach Erfordernis, können im Zuge der Modell-Harmonisierung das Flood Routing des BFGM-D und/oder die Rauheitsparametrisierung des hydraulischen Modells gleichermaßen optimiert werden (siehe LB Hydrologie). In der Regel muss vor allem das Flood Routing im BFGM an die Ergebnisse des hydraulischen Modells angeglichen werden. Werden im Zuge der Modell-Harmonisierung jedoch die Rauheitsbelegungen des hydraulischen Modells angepasst, muss dieses durch den Auftragnehmer dokumentiert werden. Diese Modellanpassung wird im PP_MH durch die QS2 überprüft.

5.2.6 Harmonisierung des Flood Routings im hydraulischen und hydrologischen Modell (PP04)

Mit dem freigegebenen Modellnetz ist durch den AN eigenverantwortlich eine Harmonisierung der Modelle hinsichtlich des Flood Routings und die finale Anpassung des BFGM-D vorzunehmen. Am Ende des Prozesses müssen die in Kapitel 2.1.1 definierten

Ziele erreicht sein, wobei die zu leistenden Arbeiten in der LB Hydrologie ausführlicher beschrieben sind.

Als Abschluss der Modell-Harmonisierung und der finalen Anpassung des BFGM-D erfolgt ein Termin als Nachweis und zur Vorstellung folgender Zwischenergebnisse:

- Anpassung des Flood Routings anhand von Ganglinien aus beiden Modellen an allen Kontrollknoten
- Final angepasstes BFGM-D
- Ggf. nach PP03 abgestimmte und vorgenommene Anpassungen am hydraulischen Modell
- Besonderheiten im Modellgebiet bzw. dem hydrologischen oder hydraulischen Modell
- Abgestimmte maßgebliche Dauerstufen bzw. Kombinationen aus Niederschlagsminderung und Dauerstufe für alle HWGK-Szenarien.

5.2.7 Vorlage der Erstberechnung HQ₁₀ und HQ₁₀₀, Abgleich mit bestehender HWGK (PP05)

Für das Abstimmungsgespräch zum PP05 ist für HQ₁₀ und HQ₁₀₀ ein Vergleich der bestehenden HWGK mit den neu berechneten vorzulegen.

Der Vergleich ist beispielsweise in Form einer **Präsentation mit GIS-Unterstützung** darzustellen und durch eine **vorab formulierte fachliche Interpretation der Abweichungen** zu ergänzen.

Im Rahmen des PP05 sind die Verklausungsansätze für das Szenario HQ_{100_}verklaust festzulegen.

5.2.8 Vorlage der Rohergebnisse HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (PP06) für das nachfolgende „Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität“

Sind alle Punkte der vorgenannten Pflichtpunkte abgestimmt und ist die Modell-Harmonisierung durchgeführt worden, sind die Berechnungsläufe für HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (sowie HQ_{100_oHRB}) gegebenenfalls erneut durchzuführen.

Zur Verbesserung der Qualität und insbesondere zur Optimierung der Arbeitsabläufe müssen dem AG und den Fachbehörden diese Zwischenergebnisse vorgelegt werden. Für diese Zwischenergebnisse wird noch keine vollständige Aufbereitung im GIS gemäß HWGK-Anforderungen und auch noch keine ingenieurmäßige Betrachtung / Überarbeitung gefordert. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen stellen die hydraulischen Rohentwürfe dar. Aus den 2D-Berechnungen liegt zwar ein flächenhaftes Ergebnis vor, aber zur Erzeugung prüffähiger Ergebnisse sind die ersten Schritte der GIS-

Aufbereitung mit Erzeugung der Rohwasserspiegellagen und der unkorrigierten Flächenausbreitungen (siehe Kap. 3.3 und 3.4) durchzuführen.

Für den Abstimmungsprozess in der Fortschreibung sind diese Rohergebnisse dem AG für das „Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität“ (siehe Kap. 5.2.9) vorzulegen. In diesem Schritt werden die Rohwasserspiegellagen und die unkorrigierten Flächenausbreitungen HQ₁₀, HQ₁₀₀ und HQ_{100_oHRB} begutachtet.

Zudem sind die Ergebnisse der Sicherheitsbetrachtung an Hochwasserschutzanlagen und der gewässerbegleitenden Längsstrukturen für diese Szenarien vorzulegen (siehe Kap. 4.1).

5.2.8.1 Fließweganalyse

In sehr weitläufigen flachen Einzugsgebieten sind die Berechnungsergebnisse insbesondere bei durchgängig geringen Fließtiefen besonders zu plausibilisieren.

Einflüsse beispielweise durch die Kanalisation oder durch Versickerung werden im hydraulischen Modell in der Regel nicht abgebildet. Entscheidend ist daher das Überflutungsvolumen und dessen Ausbreitung in die Fläche. Ein erster Anhaltspunkt dafür, ob Fließwege in sinnvoller Weise bei sehr geringen Überflutungstiefen partiell abgeschnitten werden können, ist eine sogenannte Fließweganalyse.

Zur Fließweganalyse ist die errechnete Rohwasserspiegellage, vorzugsweise HQ₁₀₀ (ROH_WSP_HQ100), mit dem HydDGM zu verschneiden (analog zu Kap. 3.7).

Im Rahmen des „Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität“ (siehe Kap. 5.2.9) sind durch den AN anhand dieses Verschnittes alle Bereiche aufzuzeigen, an denen entlang eines Fließwegs auf dem Vorland geringe Überflutungstiefen (<10cm) erwartet werden. Gemeinsam mit dem AG werden diese Bereiche im Rahmen des Fachgesprächs bewertet und das weitere Vorgehen festgelegt.

Mögliche generelle Vorgehensweise

(Optionale Leistung für HQ₁₀₀, Umfang kann erst im Rahmen des Fachgesprächs abgestimmt werden)

Soll ein Fließweg manuell abgeschnitten werden, so ist mittels einer Kontrollberechnung nachzuweisen, dass die hydraulischen Auswirkungen vernachlässigbar sind. Hierzu wird das hydraulische Berechnungsmodell so modifiziert, dass dieser Fließweg (nach der Verschneidung) mit max. 10 cm verhindert wird (Einbau eines Walls). Wird die Hydraulik mit dieser Modifikation erneut berechnet und dieselbe Stelle wird weiterhin überströmt, so bleibt der Fließweg erhalten und die Modifikation wird rückgängig gemacht.

Die Ergebnisse der Analyse müssen dokumentiert werden. Die Geländeänderung wird nicht in die TERRAIN-Abgabedatensätze übernommen und dient lediglich der Validierung.

Wichtig: Diese manuelle Fließwegkorrektur darf nicht im Bereich der Randlinie erfolgen.

5.2.9 Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität (öRP und UWB)

Die Rohergebnisse werden mit den unteren Wasserbehörden (UWBen) auf der Grundlage ihrer Ortskenntnisse diskutiert. Das Fachgespräch findet an einem vom AG festgelegten Termin statt. Der AN hat an dieser Besprechung teilzunehmen, um seine Ergebnisse zu erläutern.

Im Rahmen des Fachgesprächs werden die Ergebnisse des Pflichtpunktes PP06 abgehandelt. Dazu erstellt der AN vorab eine Kurzdokumentation über die Bearbeitung des Pflichtpunktes sowie über die Ergebnisse der bisherigen Abstimmungen mit dem AG. Alternativ kann diese Dokumentation auch in Form von Präsentationsfolien erfolgen.

Vom AN sind für das Fachgespräch mit dem öRP und den UWBen PDF-Karten (Flächenausbreitungen HQ₁₀, HQ₁₀₀ und HQ_{100_oHRB} in einer gemeinsamen Darstellung; kein analoger Ausdruck) zu erstellen. Alle PDF-Karten müssen mit dem Wasserzeichen "ROHERGEBNISSE" versehen sein. Der Kartenmaßstab sollte im Bereich 1:5.000 bis 1:10.000 gewählt werden, sodass die Flächenausbreitungen gut interpretierbar dargestellt sind.

Neben ALKIS als Kartengrundlage müssen zusätzlich folgende Themen enthalten sein:

- AWGN,
- Centerline (mit Verdolungsstrecken und nicht zu berechnenden Strecken),
- Schutzanlagen,
- gewässerbegleitende Längsstrukturen,
- Bauwerke (als Punktsignatur, entnommen aus den Vermessungsdaten).

Die PDF-Karten und die GIS-Daten sind dem AG mindestens zwei Wochen vor dem Termin zu übergeben.

Die bei diesem Termin gewonnenen neuen Erkenntnisse / Informationen / Hinweise sind vom AN zu prüfen und gegebenenfalls in die hydraulischen Modelle einzuarbeiten. Weiterhin sind die Dammbreschenstellen im Rahmen des Termins oder im Nachgang in einem Jour Fixe festzulegen.

Mit diesen plausibilisierten HN-Modellen sind anschließend die Berechnungen für die Szenarien HQ₁₀ und HQ₁₀₀ gegebenenfalls erneut vorzunehmen sowie die Dammbreschenberechnungen für diese beiden Szenarien durchzuführen.

5.2.10 Workshop: Vorabkontrolle der hydraulischen Berechnungen (öRP, UWB und Kommunen) (PP07 / PP08)

Die nach dem „Fachgespräch und Prüfung der Rohergebnisse auf Plausibilität“ durch das öRP und die UWBs vorgeprüften und gegebenenfalls angepassten beziehungsweise durch die Dammbreschenberechnungen ergänzten Rohergebnisse werden zusätzlich durch die betroffenen Kommunen plausibilisiert.

Hierzu werden die aufbereiteten Ergebnisdaten (u.a. Rohdaten: WSP gemäß Kap. 10.9.1, UT gemäß Kap. 10.8.1 und FA gemäß Kap. 0) für HQ₁₀ und HQ₁₀₀ zusammen mit den kumulierten Ergebnissen der Breschenberechnungen für HQ₁₀₀ gemäß Kap. 0 und 0, die von AN auf einen FTP-Server des AG hochgeladen wurden (PP07), durch den AG in einen FIS-Meldeviwer visualisiert.

Die beteiligten Fachbehörden erhalten im Rahmen eines Workshops Zugang zu dem FIS-Meldeviwer und können im zeitlichen Nachlauf ihre Anmerkungen dort dokumentieren und gegebenenfalls durch weitere Unterlagen ergänzen.

Sollten im Rahmen der Plausibilisierung Fehler in den Berechnungen festgestellt werden, sind diese durch den AN auf seine eigenen Kosten zu korrigieren. Korrekturen, die auf veränderte Eingangsdaten oder neue Erkenntnisse zurückzuführen sind, erfolgen nicht zu Lasten des AN und sind durch FIS-Meldungen dokumentiert. Die hierfür erforderlichen Daten werden durch den AG zur Verfügung gestellt.

Durch den AN sind die FIS-Meldungen aus der Vorabkontrolle in die HN-Modelle einzuarbeiten und die abschließenden Berechnungen für alle Szenarien sowie die Dammbreschenberechnungen durchzuführen. Anschließend sind die Ergebnisse gemäß den Vorgaben GIS-technisch aufzubereiten und dem AG vollständig zu übergeben.

Durch das öRP erfolgt eine Kontrolle, ob alle FIS-Meldungen eingearbeitet und hydraulisch berücksichtigt wurden (PP08). Ist der PP08 bestanden, wird der QS-Prozess (gemäß Kap. 6) gestartet, bevor die Ergebnisse abschließend in den landesweiten Ergebnisdatensatz überführt werden.

5.3 Datenabgaben

Im Projektablauf sind zu verschiedenen Zeiten (siehe auch Pflichtpunkte in Kap. 5.2) Daten und Ergebnisse abzugeben.

Für die unterschiedlichen Abgaben wird ein Abgabeschema zur Verfügung gestellt, in dem die jeweils abzugebenden Datensätze aufgeführt sind.

Darüber hinaus enthält das Abgabeschema Vorgaben zur Bezeichnung und Strukturierung der Abgabedatenpakete.

5.4 Schlussbericht mit Anlagen sowie Dokumentation des HN-Modellaufbaus zum PP03

In einem Schlussbericht sind alle Arbeitsschritte, getroffenen Annahmen und die Ergebnisse zu beschreiben (siehe: Kap. 11 – Mustergliederung für Schlussbericht).

Der Bericht mitsamt aller Anlagen ist dem AG in einfacher Ausfertigung einschließlich der Übersichtskarten in Papierform und digital auf einem separaten Datenträger zu übergeben.

Der Bericht enthält folgende Darstellungen:

- Übersichtskarten im Maßstab 1:25.000 des Gewässernetzes der HWGK. In den Karten werden alle Bauwerke sowie die verwendeten Querprofile in ihrer Lage dargestellt.
- Wasserspiegellagen als Gewässerlängsschnitte (mit Eintrag der relevanten Bauwerke).

Für die Dokumentation des HN-Modellaufbaus sind einzelne Kapitel des späteren Schlussberichts gemäß Kennzeichnung in Kap. 11 als Vorabzug zum PP03 vorab abzugeben. Für den Schlussbericht sind diese Kapitel gegebenenfalls zu aktualisieren und zu ergänzen.

5.5 Abgabe des HN-Berechnungsmodells (inklusive Nutzungsrechte)

Die HN-Berechnungsmodelle (HydroAS) sind zusammen mit dem Abschlussbericht als lauffähige SMS-Datensätze (2dm-Dateien) zur weiteren Nutzung für die HWGK-Erstellung oder weitere hydraulische Fragestellungen an den AG abzugeben (siehe auch Kap. 0 und 0).

Mit der Übergabe werden die Nutzungsrechte, auch zur Weitergabe an Dritte, an den AG (das Land Baden-Württemberg) abgetreten.

Der AN behält das Recht, nach vorheriger Absprache mit dem AG, die von ihm erstellten HN-Modelle für weitere Aufträge zu nutzen.

Veränderungen an den HN-Modellen im Rahmen solcher Aufträge sind durch den AN, auch nach Projektablauf, inklusive der verwendeten Vermessungsdaten kostenfrei dem AG zur Verfügung zu stellen.

5.6 Modellvorhaltung nach Projektabschluss

Es ist vorgesehen, die im Rahmen der Bearbeitung erstellten HN-Modelle auch für zukünftige hydraulische Berechnungen verfügbar zu halten und einzusetzen.

In einem eigenständigen Vertrag (Modellvorhaltungsvertrag) soll deshalb die lauffähige Vorhaltung der HN-Modelle über eine Dauer von bis zu 10 Jahren nach Projektabschluss geregelt werden. Zudem sollen Vorhaben, die in diesem Zeitraum nach der HWGK-Erstellung durch den Auftragnehmer geplant werden und umgesetzt werden, in Absprache mit dem Land Baden-Württemberg (vertreten durch das Regierungspräsidium Stuttgart) in den HN-Modellen nachgeführt werden.

Für Planungen von Dritten sind die HN-Modelle (beziehungsweise Teilmodelle) auf Anfrage bereitzustellen. Die durch Dritte im Rahmen anderer Vorhaben getätigten Änderungen an den HN-Modellen sind durch den Auftragnehmer in Absprache mit dem Regierungspräsidium Stuttgart nachzuführen, sofern diese Änderungen für die HWGK relevant sind.

Die für die Vorhaltung der lauffähigen HN-Modelle sowie für die Aktualisierungen im Vorhaltezeitraum anfallenden Kosten können nach vorheriger Abstimmung auf Nachweis beim Regierungspräsidium Stuttgart zu marktüblichen Preisen abgerechnet werden.

5.7 Besonderheiten der Anlassbezogenen Fortschreibung

Die Bearbeitung der Anlassbezogenen Fortschreibung orientiert sich an der jeweiligen Aufgabenstellung der Vorhabenplanung. Daher kann von den Vorgaben der Kap. 5.1 bis 5.6 abgewichen werden.

So ist beispielsweise davon auszugehen, dass die Pflichtpunkte PP_P (Fachgespräch Pegel), die Kontrolle der hydraulischen Berechnung (Kap. 5.2.10) sowie PP08 (nach Vorabkontrolle) beziehungsweise die Modellvorhaltung durch HWGK entfallen.

5.7.1 Anlassbezogene Fortschreibung: Hydraulische Berechnung, Fachtechnische Prüfung und Abstimmung mit Unterer Wasserbehörde

Die Untere Wasserbehörde definiert, welche wasserwirtschaftlichen Nachweise vom Vorhabenträger im Rahmen des Zulassungsverfahrens zu erbringen sind.

Für die Fachtechnische Prüfung wird in der Regel ein Vergleich zwischen IST-Zustand und Planungszustand für die Szenarien HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (alternativ nach Abstimmung

mit AG: HQ_{100_oHRB}) eingefordert. Weitere Anforderungen werden zu Beginn der Bearbeitung vereinbart.

Für komplexe Situationen beziehungsweise Maßnahmen empfiehlt sich ein Abstimmungsgespräch zur Vereinbarung der zu erbringenden Leistungen im Bereich der hydraulischen Modellierung. Hieraus ergibt sich, welche Leistungen dem Vorhaben oder dem Mehraufwand durch die HWGK-F zuzuordnen sind.

Nach der Freigabe der hydrologischen Eingangsgrößen für die Berechnung erstellt das durch den Vorhabenträger beauftragte Fachbüro zunächst das HN-Modell des IST-Zustands. Hierzu sind die aktuellen Grundlagen aus Vermessung und HydTERRAIN/HydDGM zu verwenden.

Im Rahmen der Anlassbezogenen Fortschreibung wird bei der Vergabe zwischen Vorhabenträger und Unterer Wasserbehörde vereinbart, ob der anstehende Vergleich der Berechnungsergebnisse HQ₁₀ und HQ₁₀₀ (alternativ nach Abstimmung mit AG: HQ_{100_oHRB}) des neuen IST-Zustands mit der vorliegenden HWGK auf Basis der Hydrologie der vorliegenden HWGK erfolgen muss oder bereits mit den gegebenenfalls aktualisierten Grundlagen der Maßnahmenplanung.

Die Berechnungsergebnisse der hydraulischen Berechnungen stellen die hydraulischen Rohentwürfe dar. Aus den 2D-Berechnungen liegt zwar ein flächenhaftes Ergebnis vor, aber zur Erzeugung prüffähiger Ergebnisse sind die ersten Schritte der GIS-Aufbereitung mit Erzeugung der Rohwasserspiegellagen und der unkorrigierten Flächenausbreitungen (siehe Kap. 3.3 und 3.4) durchzuführen.

Für den Abstimmungsprozess in der Anlassbezogenen Fortschreibung sind diese Rohergebnisse der Unteren Wasserbehörde vorzulegen (vgl. auch Kap. 5.2.8).

In diesem Schritt wird die Modelleignung (vgl. Kap. 5.2.2) sowie die Rohwasserspiegellagen und die unkorrigierten Flächenausbreitungen des HQ₁₀ beziehungsweise des HQ₁₀₀ begutachtet. Abweichungen zwischen den Flächenausbreitungen der vorliegenden HWGK und der neuen Berechnung müssen begründet werden.

Zudem sind die Ergebnisse der Sicherheitsbetrachtung an Hochwasserschutzanlagen und der gewässerbegleitenden Längsstrukturen vorzulegen (siehe Kap. 4.1).

Die Ergebnisse der Abstimmungen mit dem AG sind in einem Kurzbericht zu dokumentieren. Darin sind die zu erbringenden Nachweise für die Übernahmefähigkeit zu dokumentieren.

Bei Erfüllung aller Anforderungen wird von der Unteren Wasserbehörde eine Modellfreigabe zur weiteren Bearbeitung erteilt. Der Vorhabenträger berechnet mit diesem Modell im Anschluss die Planungszustände für HQ₁₀ und HQ₁₀₀, die als Grundlage für die fachtechnische Prüfung durch die Untere Wasserbehörde dienen.

Für die geforderten Profildarstellungen und die Lagepläne (siehe Kap.5.4) wird der Umfang der Dokumentation mit der Unteren Wasserbehörde und den beteiligten HWGK-Akteuren vereinbart.

Die folgenden Nachweise sind im Rahmen der Anlassbezogenen Fortschreibung durch den AN des Vorhabenträgers zu erbringen. Diese dienen dem Nachweis, dass die Ergebnisse übernahmefähig sind. In Abstimmung mit den beteiligten HWGK-Akteuren ist festzulegen, in welcher Form die Dokumentation der folgenden Punkte erfolgen soll.

5.7.2 Vergleich Randbedingungen der hydraulischen Berechnung zur Validierung zwischen neuem HN-Modell und HWGK HN-Modell

Der Nachweis erfolgt in verbaler Form als DOCX, PDF oder XLSX.

5.7.3 Vergleich der hydrologischen Kennwerte (PDF, XLSX)

Der Nachweis erfolgt zum Beispiel über Längsschnitte als XLSX beziehungsweise PDF und Q/T- beziehungsweise W/T-Diagrammen an den Kontrollknoten (siehe hierzu auch Kap. 1.6.5 beziehungsweise 1.6.6 und 2.1.1.)

5.7.4 Vergleich der Wasserspiegellagen HQ_{10,100,1000} aus neuem HN-Modell mit bestehender HWGK (Längsschnitt) (PDF, XLSX)

Der Nachweis erfolgt beispielsweise über Längsschnitte als PDF oder XLSX.

5.7.5 Aufarbeitung der HWGK-Hydrologie der Ersterstellung gemäß Vorgaben

Die hydrologischen Kennwerte der HWGK-Ersterstellung im Untersuchungsbereich sind in Abstimmung mit dem AG bereitzustellen.

5.7.6 Vergleich HQ_{10,100,1000} aus neuem HN-Modell mit bestehender HWGK (Flächenausbreitung) GIS

Der Nachweis erfolgt beispielsweise über Lagepläne PDF oder GIS.

5.7.7 Nachweis zu sprunghfreiem Übergang zur bestehenden HWGK

Nachweis, dass Randbedingungen im Übergangsbereich zwischen der neuen Untersuchung und bestehender HWGK übereinstimmen (Q_{Zufluss} / Q_{Abfluss} / $WSP_{\text{Oberstrom}}$ / $WSP_{\text{Unterstrom}}$). Der Nachweis kann beispielsweise über Längsschnitte / Lagepläne / Differenzendarstellungen mit umlaufender Null-Linie / usw. (DOCX, PDF oder GIS) erfolgen.

5.7.8 Anlassbezogene Fortschreibung: Zulassungsverfahren und Umsetzung einer Maßnahme

Spätestens nach Vorliegen der Zulassung berechnet der Vorhabenträger die verbleibenden HWGK-Szenarien (siehe Kap. 1.4.2) und übergibt die Ergebnisse an die Untere Wasserbehörde.

Nach der Wasserrechtlichen Abnahme gemäß §78 Abs. 2 WG oder Fertigstellungsanzeige durch die Untere Wasserbehörde stellt der Vorhabenträger die Bauwerksvermessung im Format GPRO zu Verfügung.

Der Vorhabenträger bestätigt, dass keine HWGK-relevante Änderung in den hydraulischen Ergebnissen durch die Umsetzung der Maßnahme aufgetreten ist, anderenfalls werden die Ergebnisse erneut auf Basis der Bestandsvermessung bereitgestellt.

6. Qualitätssicherung

Um einen einheitlichen Standard der Berechnungen zu den HWGK im gesamten Land Baden-Württemberg zu gewährleisten, werden alle Ergebnisse des AN vom AG einer zweistufigen Qualitätssicherung unterzogen.

Die Durchführung der Qualitätssicherung durch den AG ist je nach Gebietsgröße sehr zeitaufwändig. Dies führt sowohl zu längeren Bearbeitungszeiten als auch zu entsprechend höheren Kosten für den AG. Sie kann und soll jedoch die interne Qualitätssicherung durch den AN nicht ersetzen. Vielmehr dient sie lediglich der Vereinheitlichung des Standards des Gesamtprojekts und der Gewährleistung der geforderten Qualität, da die Ergebnisse der Berechnungen letztlich rechtliche Auswirkungen haben.

Der AN ist für die termingerechte und fehlerfreie Übergabe seiner Leistung verantwortlich.

Die Qualitätssicherung durch den AG wird maximal zweimal auf Kosten des AG durchgeführt. Nach dem ersten Prüfdurchlauf erhält der AN Gelegenheit, festgestellte Fehler zu korrigieren.

Die im Rahmen der Qualitätssicherung durch den AG festgestellten und mitgeteilten Fehler sind vom AN nicht nur punktuell zu korrigieren. Vielmehr hat der AN eigenständig zu prüfen, ob **analoge Fehler gleicher Kategorie** auch in anderen Bereichen des Bearbeitungsgebiets auftreten können. Entsprechende Fehler sind im gesamten Bearbeitungsgebiet systematisch zu identifizieren und zu korrigieren.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Qualitätssicherung des AG nicht zwingend eine vollständige Prüfung aller Datensätze umfasst. Werden Fehler einer bestimmten Kategorie festgestellt, kann die Prüfung an dieser Stelle beendet werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass der AN nach Bekanntwerden solcher Fehler eigenständig eine umfassende Prüfung auf vergleichbare Fehler vornimmt und diese entsprechend behebt.

Sollten im zweiten Prüfdurchlauf weiterhin Fehler festgestellt werden, die nicht korrigiert wurden, oder sollten Änderungen am Datensatz vorgenommen worden sein, die zu neuen Fehlern führen, entspricht dies nicht mehr den geforderten Qualitätsanforderungen an den AN.

In diesem Fall wird eine **dritte sowie jede weitere Durchführung der Qualitätssicherung dem AN in Rechnung gestellt beziehungsweise bei der nächsten Rechnungsbearbeitung in Abzug gebracht**. Der AN muss davon ausgehen, dass hierfür **mehrere Tagessätze** anfallen können.

Das Bestehen der Prüfungen der Qualitätssicherung ist Voraussetzung für die Abnahme der Leistung.

Datenbereitstellung an den Auftragnehmer

7. Projektbezogene Daten

7.1 Terrestrische Vermessung

Terrestrische Vermessungen sind grundsätzlich gemäß den Vorgaben der Gewässerprofildatenbank (GPRO) zu erheben. Dies gilt insbesondere für Gewässerprofile und längsbegleitende Strukturen.

Flächenhafte Vermessungen, die nicht gemäß GPRO aufgenommen werden können, müssen grundsätzlich so erfolgen und bereitgestellt werden, dass aus den Daten ein 0,5 x 0,5 m Raster aufgebaut werden kann.

Eine ausführliche Beschreibung findet sich im Internetportal der LUBW unter dem Suchbegriff „GPRO“.

7.2 DGM

7.2.1 Datengrundlagen und Aufbereitung für die Fortschreibung

Für die Fortschreibung der HWGK ist eine projekteinheitliche Datenstruktur vorgegeben. Dem AN werden Vorlagen für alle zu erfassenden Datensätze beziehungsweise für die zu liefernden Ergebnisse bereitgestellt.

Durch dieses Vorgehen wird ein landesweit einheitlicher Datenbestand erzeugt der entsprechend fortzuführen ist, dessen einzelne Bearbeitungseinheiten sich zusammenführen, qualitativ überprüfen und vergleichen lassen. Die Datenübernahme sowie die geforderte Datenstruktur bei der Ergebnisübergabe werden im Einzelnen bei den Bearbeitungsschritten und in den Anlagen näher beschrieben.

7.2.2 Definitionen

Grundlage der Hochwassergefahrenkarten ist die Laserscan-Befliegung (ALS) und die terrestrischen Vermessungen. Hieraus wird ein nach hydraulischen Aspekten modifiziertes Geländemodell erstellt. (HydTERRAIN/HydDGM).

Definition:

- HydTERRAIN: Punktwolke aus Befliegung mit eingebautem Gewässerschlauch und hydraulisch wirksamen Strukturen und Objekten

- HydDGM: Rasterbasiert, mit vorgegebener Zellgröße (0,5 x 0,5 m) als Ableitung aus dem HydTERRAIN

Das HydTERRAIN dient als Datengrundlage für die Erstellung von 2D-Modellnetzen, während das HydDGM zur Verschneidung mit den Wasserspiegellagen und damit zur Ermittlung der betroffenen Flächen verwendet wird.

7.2.3 Airborne Laser Scanning (allgemeine Grundlagen und Aufbereitung)

Im Zuge der gebietsweisen Fortschreibung der HWGK wird die Topografie für alle Gebiete mittels **Airborne Laser Scanning** (ALS oder LIDAR = **L**ight **D**etection and **R**anging) neu erfasst. Die Befliegungen werden seit 2016 flächendeckend für das ganze Land durchgeführt.

Vorgabe in den Befliegungsaufträgen bei ALS2 war eine mögliche Klassifizierung der Laserpunkte in folgende fünf Klassen:

- Bodenpunkte (GDE)
- Brückenpunkte (BRU)
- Gebäudepunkte (KUB)
- Unterbodenpunkte (UGR)
- Vegetation (VGE)

Bei den aktuellen ALS3-Befliegungsaufträgen erhöht sich eine mögliche Klassifizierung der Laserpunkte in folgende sieben Klassen:

- Brückenpunkte
- Bodenpunkte
- Gebäudepunkte
- Leitungsdrähte
- umklassifizierte Punkte
- Unterbodenpunkte
- Vegetationspunkte und sonstige Nichtbodenpunkte

Die Punktdichte / Auflösung der Befliegung beträgt durchschnittlich über alle fünf Kategorien 8 Punkte/m².

Das Speichervolumen der ALS-Daten beziehungsweise der hiervon abgeleiteten/aggregierten Informationen wird für das gesamte Land Baden-Württemberg auf ca. 50-60 TB geschätzt.

Datenzugriff (ALS-Daten)

Für eine optimale Speicherverwaltung der ALS-Daten (ca. 300.000.000.000 Punktinformationen bei einer durchschnittlichen Punktdichte von 8 Punkten/m²) wurde ein geeignetes Speicherformat und eine optimale Zugriffstruktur entwickelt.

Die Originaldaten müssen in mehreren GIS-Formaten vorgehalten werden. Weiter müssen aggregierte Ableitungen der ALS-Daten (z.B. Umrechnungen auf 4 Punkte/m²) für einen optimalen Zugriff vorgehalten werden.

Alle ALS-Daten (sowie die abgeleiteten Produkte) werden dateibasiert kachelweise vorgehalten. Dies erleichtert auch den Datenaustausch – vor allem bei Korrekturen – mit dem Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL). Das Datenformat ist das international gängige LAS-Format (entweder Version 1.2 oder Version 1.4). Mit Einführung der EU-Richtlinie „Infrastructure for Spatial Information in the European Community“ in Baden-Württemberg sind die ALS-Daten in das europaweit einheitliche Koordinatensystem ETRS89 überführt worden. Die im LAS-Format gespeicherten ALS-Daten können mit allen gängigen GIS-Softwareprodukten gelesen und weiterverarbeitet werden.

Datenkontrolle der ALS-Daten

Alle vom LGL gelieferten Daten werden einer groben Qualitätssicherung (QS) unterzogen. Dabei werden neue Befliegungen mit vorhandenen älteren Datensätzen verglichen. Größere Abweichungen werden identifiziert und erfordern eine Abstimmung mit dem LGL.

Zusätzlich erfolgt ein Abgleich der Höhenwerte in den Randbereichen der einzelnen Befliegungslose, um Höhenunterschiede zwischen benachbarten Datensätzen zu erkennen und zu korrigieren.

Verarbeitung der ALS-Daten

Für die optimierte Verarbeitung werden die ALS-DATEN in das proprietäre ESRI-Format „LASZ“ umgewandelt. Dieses Datenformat komprimiert und reduziert das Speichervolumen um ca. 90% und optimiert gleichzeitig den Datenzugriff.

Die Daten werden mittels geeigneter Filterfunktionen in ArcGIS auf 4 Punkte/m² reduziert, um die für HWGK ausreichende Rasterweite von 0,5 x 0,5 m zu erreichen. Im Zuge

des Filterprozesses werden außerdem durch lineare Rasterinterpolation die "Lücken" in den Bodenpunkten, die durch ausgeschnittene Häuser, Abschirmung durch Vegetation usw. entstanden sind, geschlossen.

Die neu generierte äquidistante Punktwolke bildet den Input für das "TERRAIN-ROH-Fortschreibung" (RohTERRAIN).

Verwendung des „TERRAIN-ROH Fortschreibung“ (RohTERRAIN)

- Das RohTERRAIN bildet den Input für alle weiteren Bearbeitungen der Topografie, insbesondere für die Erstellung des HydTERRAIN
- Abgleich des RohTERRAIN mit dem HydTERRAIN aus der Ersterstellung zur Identifikation der vom AN eingebauten Zusatzinformationen. Hierzu erfolgt eine Auswertung der im Hydraulik-Bericht dokumentierten Geländeänderungen.
- Datenkontrolle der terrestrischen Vermessung. Dies gilt sowohl für die Altvermessung wie auch für im Rahmen eines laufenden Projektes aufgenommenen neuen Vermessungen.
 - Für die terrestrisch aufgenommenen Vermessungspunkte oberhalb der Wasser-Land-Grenze werden die Höhen mit dem RohTERRAIN abgeglichen.
 - Verifizierung der Lage von Dämmen und Festlegung des Vermessungsbedarfs. Beispielsweise müssen Dämme, die in den LAS-Daten ausreichend gut abgebildet sind, nicht mehr zusätzlich terrestrisch vermessen werden.
- Erstellung der Centerline

Aufbau des HydTERRAIN

Grundlagen für das HydTERRAIN bilden neben dem RohTERRAIN, den aus Alt- und Neuvermessung selektierten Vermessungsergebnissen und weitere teils automatisch teils manuell erstellte Geometrien.

Bei der Verwendung eines Lasers, dessen Wellenlängen nahe dem sichtbaren Teil des Spektrums liegen, ist die Absorption von Wasser hoch. Dies führt dazu, dass nur wenige bis gar keine Höhenpunkte auf der Wasserfläche ermittelt werden. Diese geringe Anzahl von Punkten können nicht getrennt von der für die Befliegung beauftragten Firma einer eigenen Punktklasse zugeordnet werden. Deshalb sind diese Punkte in den meisten Fällen der Klasse "Bodenpunkte" zugeordnet.

Das Gewässerbett wird deshalb im aquatischen Bereich (zwischen den Wasser-Land-Grenzlínen bei der Befliegung, also in der Regel der Wasserstand bei Mittelwasser oder niedriger) nicht erfasst.

Die Morphologie des Gewässerbetts unterhalb der Wasser-Land-Grenze während der Befliegung wird für das HydTERRAIN aus den Profilen der terrestrischen Vermessung (GPRO) und weiteren Informationen als sogenannter Gewässerschlauch abgeleitet. Für die Böschungen und Uferbereiche oberhalb des aquatischen Gewässerbetts werden die LAS-Daten in das HydTERRAIN übernommen. Dies hat den Vorteil, dass Aufweitungen und Einengungen im Gewässerbett wie auch wechselnde Höhen der Bordoberkanten zwischen den Vermessungsprofilen gut abgebildet werden können.

Die Bruchkanten des Gewässerschlauchs werden wie folgt erstellt:

- **Erfassung der Centerline**

Die Centerline wird auf der Basis des RohTERRAIN, ergänzender Informationen aus Meldungen der öRPen/UWBen und aus neu durch Drohnenbefliegungen gewonnenen Daten erstellt. Die Centerline muss den Verlauf des Gewässers möglichst genau repräsentieren. Die Gewässerprofile sollten von der Centerline im Talweg geschnitten sein.

- **Abgrenzung der Wasser-Land-Grenzlínen**

Händische Abgrenzung der Wasser-Land-Grenzlínen bei der Befliegung auf Basis des RohTERRAIN als Polygon (das Polygon stellt den Wasserkörper dar).

- **Übernahme der Höhenwerte**

Der Umring des Wasserkörpers wird mit den Höhenwerten des RohTERRAIN versehen.

- **Erstellung orthogonaler Hilfslínen**

Die Erstellung von orthogonalen Hilfslínen zur Centerline erfolgt im Abstand von ca. 2 Metern entlang der Centerline. Die Hilfslínen, wie auch die Vermessungsprofile werden auf den Bereich des Wasserkörpers zugeschnitten und anschließend an der Centerline in zwei Teile aufgeteilt.

Die geteilten Abschnitte werden als Vektoren so ausgerichtet, dass diese immer von der Centerline nach außen zeigen.

- **Segmentierung der Hilfslínen**

Diese zugeschnittenen und gerichteten Hilfslínen und Vermessungsprofile werden je nach örtlichen Gegebenheiten (abhängig von der Gewässerbite) in Segmente von z.B. 30, 50, 70, 90% der jeweiligen Länge aufgeteilt.

- **Anzahl der Bruchkanten**

Die Endpunkte dieser Segmente bilden die Stützstellen für die Interpolation der

Bruchkanten entlang des Verlaufs der Centerline. Grundsätzlich wird für die Centerline auch eine Bruchkante erstellt. Im Allgemeinen entstehen somit für die Abbildung des Gewässerschlauchs unterhalb der Wasser-Land-Grenze 4 bis 6 Bruchkanten. Bei breiteren Gewässern können jedoch zwischen 10 und 20 Bruchkanten notwendig werden.

- **Interpolation der Bruchkanten**

Da Höhenwerte nur an den vermessenen Profilen vorliegen, werden zwischen zwei vermessenen Profilen durch 3D-Interpolation entlang der Centerline durch die entsprechenden Stützstellen an den Hilfslinien die Bruchkanten erzeugt, d.h. es werden alle Stützstellen von z.B. 30 % miteinander verbunden und mit dem linear interpolierten Höhenwert zwischen den zwei vermessenen Profilen versehen.

- **Zusätzliche Bruchkanten für Bauwerke**

Weitere Bruchkanten im Gewässerschlauch wie z.B. einzelne Schutzmauern oder rechteckig ausgebaute Gewässerabschnitte oder Gefällestufen oder feste Wehre sind auf der Grundlage der Vermessungsprofile (Längs-/Querprofile) händisch einzufügen. Gegebenenfalls sind hier auch noch die rechnerisch automatisch erstellten Bruchkanten zu überarbeiten. Es sind die vermessenen Lagenpunkte zu verwenden. Künstliche Verbreiterungen für spätere Umwandlungen in regelmäßige Raster sind nicht zulässig. Der Übergang der Bruchkanten vom natürlichen Gewässerbett zu diesen ausgebauten Gewässerabschnitten ist sinnvoll, also hydraulisch plausibel, zu realisieren.

- **Bereinigung der Bodenpunkte**

Vor dem Einsetzen aller Bruchkanten werden die im RohTERRAIN enthaltenen Bodenpunkte in diesen Bereichen gelöscht und durch die Bruchkanten ersetzt.

- **Plausibilitätsprüfung**

Das erstellte HydTERRAIN ist abschließend auf hydraulische und topografische Plausibilität zu prüfen.

Weitere Aufgaben/Bearbeitungsschritte für das HydTERRAIN als Vorbereitung für die Ableitung des HN-Modells sind in Kap. 3.2.1 enthalten.

Das HydTERRAIN wird für den HQ_{EXTREM}-Bereich der Ersterstellung der HWGK mit einem generalisierten Puffer 200-500 m aufgebaut.

Voraussetzung für die Erstellung/Bearbeitung von Terrains mit LAS-Daten

Aufgrund der erheblich gestiegenen Informationsdichte der ALS-/LAS-Daten entstehen sehr große Datenmengen. Dies führt nicht nur bei der Datenspeicherung, sondern auch

bei den rechenintensiven Verarbeitungsprozessen zu hohen Anforderungen an die Hardware.

Für die Erstellung und Bearbeitung von Terrains ist daher der Einsatz von leistungsfähigen Workstations mit moderner Hardwareausstattung erforderlich.

Hierzu zählen insbesondere Solid-State-Disks (SSD), vorzugsweise NVMe-/M.2-SSDs, um große Datenmengen effizient verarbeiten zu können.

7.2.4 Datenformate – allgemein

Alle Daten werden in einer ESRI File–Geodatabase (FGDB, Version 10.3 oder höher) abgespeichert, d.h. nahezu alle Geo- / Sachinformationen werden in der Geodatabase gespeichert.

Diese Art der Speicherung erleichtert unter anderem das Archivieren von unterschiedlichen Bearbeitungs- beziehungsweise QS-Ständen.

Alle Geodaten werden, sofern nichts anders angegeben ist, bei der Datenabgabe im Koordinatensystem **ETRS89_UTM_Zone_32N (WKID: 25832 Authority: EPSG)** ausgeliefert und sind auch in diesem Referenzsystem wieder abzugeben.

Zellmittel- beziehungsweise -eckpunkte bei Rastern:

- 0,5 x 0,5 m Raster:
Zellmittelpunkte liegen auf 0.00 beziehungsweise 0.50 m, d.h. die linke untere Ecke einer Rasterzelle liegt auf **0.25** beziehungsweise **0.75** m in X- und Y-Richtung.

Höhensystem

DHHN 2016 [m NHN] (Höhenstatus 170)
(Ausnahmen werden gesondert vermerkt)

Für die GIS-Bearbeitung wird durch die zentrale Qualitätssicherung eine landesweit gültige Transformationsgleichung zur Georeferenzierung im GIS zur Verfügung gestellt.

Bei Höhenangaben ist darauf zu achten, dass zukünftig nur noch Höhenwerte im Höhenreferenzsystem DHHN2016 in der HWGK abgelegt werden. Ältere Höhenwerte sind daraufhin zu prüfen, in welchem Höhenreferenzsystem sie aufgenommen wurden. Für die Umrechnung von DHHN12 und DHHN92 auf DHHN2016 wird je ein landesweites Ausgleichs-TIN von Seiten der zentralen Qualitätssicherung zur Verfügung gestellt.

7.2.5 Digitales Geländemodell

7.2.5.1 Hydraulisch plausibles Terrain für die Fortschreibung (HydTERRAIN) – Datenauslieferung

Die zuvor genannten Informationen werden in Esri ArcGIS in einem DATASET zusammengefasst und als Terrain aufgebaut. Beim AG wird das HydTERRAIN immer für ein gesamtes Teilbearbeitungsgebiet (TBG) vorgehalten.

Zur Auslieferung kommt – aus Gründen des sehr großen Datenvolumens – nur ein gewässernaher Ausschnitt. Hierzu wird das HydTERRAIN auf die nach außen gepufferter HQ_{EXTREM}-Fläche der aktuell gültigen HWGK zugeschnitten.

Der AN erhält zusätzlich eine Datenbank mit den für die HydTERRAIN-Erstellung verwendeten Querprofilen (Alt- oder Neuvermessungen als Liniengeometrien). Darüber hinaus werden alle Profilpunkte, beispielsweise die Bauwerksprofilpunkte, als GPRO-Datensatz zur Verfügung gestellt.

7.2.5.2 Punktwolken – Datenauslieferung

Die **Rohdaten der ALS-Befliegung** können **ausschnittsweise auf Anfrage** bereitgestellt werden. Die Bereitstellung erfolgt im **ESRI-LASZ-Format, der Zugriff** über ein **ESRI-Dataset**.

7.2.5.3 Hydraulisch plausibles DGM für die Fortschreibung (HydDGM) – Datenauslieferung

Das HydDGM entsteht durch Umrechnung aus dem HydTERRAIN in ein Raster mit einer konstanten Rasterweite. Die Interpolation bei der Umrechnung zwischen den Stützstellen, Bruchkanten und Polygonen erfolgt linear. Derzeit ist von einer Rasterzellengröße von 0,5 x 0,5 m auszugehen.

Das HydDGM wird im Rahmen der Datenbereitstellung nur zu Dokumentationszwecken ausgeliefert, da davon auszugehen ist, dass sich im Zuge der hydraulischen Berechnungen Änderungen im HydTERRAIN ergeben werden und sich somit auch entsprechende Änderungen im HydDGM ergeben werden.

7.3 Basisdaten: Hydrologie (BFGM)

Die Bereitstellung der Ergebnisse der hydrologischen Basismodellierung (Basismodell BFGM) erfolgt mittels einer Microsoft Access Datenbank.

Ein Beispieldatensatz mit einer entsprechenden Datensatzbeschreibung wird zusammen mit den Ausschreibungsunterlagen zur Verfügung gestellt. Weitere Details sind in der „Beschreibung der für eine Fortschreibung der HWGK notwendigen Anforderungen an die hydrologische Basismodellierung“ sowie in den dazugehörigen Anlagen enthalten.

8. Geobasisdaten

8.1 Basis-DLM

Im Digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) werden die realen Objekte der Landschaft sowie ergänzende Informationen zu Namen und Gebieten mit punkt-, linien- und flächenförmigen Objekten vektoriell modelliert.

Das Basis-DLM ist zweidimensional und deckt die gesamte Landesfläche lückenlos ab.

Im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (UIS) werden die Daten des Basis-DLM in der Struktur von NorA BW eingesetzt. NorA BW enthält den gesamten Datenumfang des Basis-DLM, aber in einer vereinfacht dargestellten Form, vor allem in Bezug auf die Attribut-/Sachinformationen.

Weiterführende Informationen zum Basis-DLM sind auf der **Internetseite des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung (LGL)** verfügbar und können dort heruntergeladen werden. Aus dem Basis-DLM werden im Rahmen dieser Leistungsbeschreibung die folgenden Objektarten bereitgestellt:

Speicherort	...\Dateneingang\ATKIS_BASISDLM.gdb\
Datensatzname	BASISDLM_Bahnstrecke BASISDLM_Bundesland BASISDLM_Festlegung und Recht BASISDLM_Gebietsgrenze BASISDLM_Gemeinde BASISDLM_Geographischer Name BASISDLM_Gewässerachse BASISDLM_Gewässername BASISDLM_Kreis BASISDLM_Landschaft BASISDLM_Ortslage BASISDLM_Regierungsbezirk BASISDLM_Region BASISDLM_Sonstige Beschriftung BASISDLM_Straßen- oder Fahrbahnachse BASISDLM_Straßenname BASISDLM_Tatsächliche Nutzung BASISDLM_Vegetation und Gelände BASISDLM_Wegachse
Datenformat	Punkt-, Linien-, Flächen-Feature-Classes in FGDB
Attribute	Die umfangreichen Attribute sind durch eindeutige Feldnamen ausreichend beschrieben.
Erläuterung	Der Verlauf der Gewässer in der Feature-Class "BASISDLM_Gewässerachse" ist nicht identisch mit dem Verlauf der Gewässer im AWGN und der HWGK-Centerline

8.2 Amtliches wasserwirtschaftliches Gewässernetz – AWGN

Im Amtlichen wasserwirtschaftlichen Gewässernetz (AWGN) sind alle wasserwirtschaftlich relevanten Fließgewässer Baden-Württembergs erfasst.

Hierzu zählen insbesondere:

- ständig fließende Gewässer mit einer Länge von über 500 m
- Gewässer, die zur Verortung von gewässerbezogenen Objekten benötigt werden.
- Gewässer, die Gegenstand wasserwirtschaftlicher Planung sind

Digitalisierungsgrundlagen: DLM-ATKIS, ALKIS, Digitale Orthophotos und DGM1

Gewässerverlauf

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Datensatzname	AWGN
Datenformat	Linien-Feature-Class in FGDB
Attribute	Wichtigste Attribute: GEW_ID: eindeutige Nummer GEW_KENNZAH: Gewässerkennzahl (gem. LAWA) GEW_NAME: Gewässername VOR_GEW_ID: eindeutige Nummer des Vorfluters VOR_GEW_KENNZAH: Gewässerkennzahl des Vorfluters (gem. LAWA) VOR_GEW_NAME: Gewässername des Vorfluters
Erläuterung	Der Verlauf der Gewässer in der Feature-Class AWGN ist nicht identisch mit dem Verlauf der Gewässer der "BASISDLM_Gewässerachse" und der HWGK-Centerline

Basiseinzugsgebiete, die topologisch zum AWGN korrespondieren.

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Datensatzname	AWGN_EZG
Datenformat	Flächen-Feature-Class in FGDB
Attribute	Wichtigste Attribute: FG_ID: eindeutige Nummer des Flusseinzugsgebiets FGKZ_NR: Flussgebietskennziffer (gem. LAWA) LANGNAME: Bezeichnung des Einzugsgebiets VOR_FG_ID: eindeutige Nummer des Flusseinzugsgebiets des Vorfluters VOR_FGKZ_NR: Flussgebietskennziffer des Vorfluters (gem. LAWA) VOR_LANGNAME: Bezeichnung des Einzugsgebiets des Vorfluters

Seen, die topologisch zum AWGN korrespondieren.

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Datensatzname	AWGN_SEE
Datenformat	Flächen-Feature-Class in FGDB
Attribute	Wichtigste Attribute: SEE_ID: eindeutige Nummer des Sees LANGNAME: Bezeichnung des Sees FGKZ_NR: Flussgebietskennziffer (gem. LAWA)

8.3 AKWB (Anlagenkataster Wasserbau)

Im Anlagenkataster-Wasserbau (AKWB) wird eine Vielzahl von Wasserbauwerken in und an oberirdischen Gewässern durch die datenführenden Dienststellen (Regierungspräsidien und Untere Verwaltungsbehörden) erfasst. Es werden Geometrie- und Sachinformationen erhoben. Nachfolgende Anlagenarten sind eine Auswahl der Objektarten, die im AKWB erfasst werden. Es kann jedoch nicht immer gewährleistet werden, dass alle Objekte im AKWB erfasst sind. Die Erfassung der Geometrien erfolgte auf Unterlagen im Maßstab 1:1.500 (Flurkarte) bis 1:25.000 (TK25). Alle Höhenangaben in Attributtabelle beziehen sich auf das vertikale Höhensystem DHHN92 (gegebenenfalls vorhandene Ausnahmen sind bei den Geometrien vermerkt).

Anlagentyp	Beschreibung	Name der Feature-Class
Absperrbauwerk	Bauwerke, die der Rückhaltung von Gewässerabflüssen dienen (Erzeugung eines Staus). Dabei handelt es sich insbesondere um Staudämme beziehungsweise Staumauern verschiedener Bauart.	AKWB_ABSPERRBAUWERK
Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit	Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit (verschiedene Typen von Verbindungsgewässern, Pässen oder Fischtreppen)	AKWB_ANL_DURCHG AKWB_ANL_DURCHG_WIEDEREINLEITUNG
Durchlass	Durchlass, Brücke, Steg, Furt	AKWB_DURCHLASS
Dämme	Wasserwirtschaftlich bedeutsame Hochwasserdämme und Längsdämme beziehungsweise entsprechende Schutzeinrichtungen	AKWB_FLUSSDEICH
Gewässerausbau	Renaturierung, Ufersicherung, Sohlausbau	AKWB_GEWASSERAUSBAU
Regelungsbauwerke	Regelungsbauwerke (verschiedene Typen von Wehranlagen oder Schützen)	AKWB_REGELBAUWERK AKWB_REGELBAUWERK_RUCKSTAU
Sohlenbauwerke	Sohlenbauwerke, Sohlenstufen, Absturz, Absturztreppe, Sohlenrampe, Sohlengleite und Schwellen, Stützwehr, Grundschwelle, Sohlenschwelle. Stauwurzel von Sohlbauwerken	AKWB_SOHLENBAUWERK AKWB_SOHLENBAUWERK_RUCKSTAU
Stauanlagen	Talsperren, Hochwasserrückhaltecken, Staustufen, Pumpspeicherbecken und Stauanlage von untergeordneter Bedeutung	AKWB_STAUANLAGE AKWB_STAUANLAGE_DAUERSTAU AKWB_STAUANLAGE_HWRUCK
Verdolungen	Verdolungen und Dücker	AKWB_VERDOLUNG
Wasserkraftanlagen	Wasserkraftanlagen einschließlich der Kleinwasserkraftanlagen	AKWB_WASSERKRAFT

8.3.1 Absperrbauwerk

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_ABSPERRBAUWERK
Datenformat	Linien-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert
Erläuterung	Alle Höhen sind in müNN (DHHN92) angegeben (es ist jedoch der Höhenstatus zu beachten)

8.3.2 Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_ANL_DURCHG AKWB_ANL_DURCHG_WIEDEREINLEITUNG
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.3.3 Durchlass

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_DURCHLASS
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.3.4 Dämme

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_FLUSSDEICH
Datenformat	Linien-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert HWD_NR Eindeutige Nummer des Hochwasserdamms
Erläuterung	Die Damm-Geometrien sind nicht deckungsgleich mit der Lage der Dämme in den digitalen Geländemodellen. Die Damm-Geometrien im Datensatz von HWGK sind nicht lageidentisch.

8.3.5 Gewässerausbau

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_GEWASSERAUSBAU
Datenformat	Linien-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.3.6 Regelbauwerke

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_REGELBAUWERK AKWB_REGELBAUWERK_RUCKSTAU
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert
Erläuterung	

8.3.7 Sohlenbauwerke

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_SOHLENBAUWERK AKWB_SOHLENBAUWERK_RUCKSTAU
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.3.8 Stauanlagen

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_STAUANLAGE AKWB_STAUANLAGE_DAUERSTAU AKWB_STAUANLAGE_HWRUCK
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB Flächen-Feature-Class in FGDB
Attribute	HRB_NR Eindeutige Nummer der Stauanlage
Erläuterung	Die Attribute sind im Detail in der beigefügten GEWIS-Hilfe beschrieben

8.3.9 Verdolungen

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_VERDOLUNG
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.3.10 Wasserkraftanlagen

Speicherort	...\Dateneingang\AKWB.gdb\
Datensatzname	AKWB_WASSERKRAFT
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.4 Lokale Einleitungen

Datensatz mit georeferenzierten Einleitstellen in Gewässer.

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Datensatzname	EINLEITUNGEN
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.5 ALKIS

Das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) wurde 2011 in Baden-Württemberg eingeführt und führt das Amtliche Liegenschaftsbuch (ALB) und die Amtliche Liegenschaftskarte (ALK) zusammen. Im UIS werden die ALKIS-Daten in der Struktur der "Nutzerorientiert aufbereiteten Geobasisdaten Baden-Württemberg" (NorA BW) eingesetzt. NorA BW enthält den gesamten ALKIS-Datenumfang.

Beschreibung	Name der Feature-Class
Bauwerke	ALKIS_BAUWERK_FLACHE ALKIS_BAUWERK_LINIE ALKIS_BAUWERK_PUNKT
Flur	ALKIS_FLUR
Flurstück	ALKIS_FLURSTUECK
Beschriftungen für Flurstück und Hausnummer (Maßstab bis 1:1000)	ALKIS_FLURSTUECKS_ODER_HAUSNUMMER_DKKM1000
Beschriftungen für Flurstück und Hausnummer (Maßstab bis 1:2000)	ALKIS_FLURSTUECKS_ODER_HAUSNUMMER_DKKM2000
Gebäude	ALKIS_GEBAUDE
Geländekanten	ALKIS_GELANDEKANTE
Gemarkung	ALKIS_GEMARKUNG
Beschriftungen	ALKIS_LAGEBEZEICHNUNG_ODER_ADRESSE
Beschriftung Nutzung	ALKIS_NUTZUNGSTEXT
Regionen	ALKIS_REGION
Straßenblock	ALKIS_STRASSENBLOCK_ODER_GEWANN
Beschriftungen für Straßen und Gewann (Maßstab bis 1:1000)	ALKIS_STRASSEN_GEWANN_ODER_EIGENNAME_DKKM1000
Beschriftungen für Straßen und Gewann (Maßstab bis 1:2000)	ALKIS_STRASSEN_GEWANN_ODER_EIGENNAME_DKKM2000
Tatsächliche Nutzung	ALKIS_TATSACHLICHE_NUTZUNG

Speicherort	...Dateneingang\ALKIS_BASISDLM.gdb\
Datensatzname	Feature-Classes aus o.g. Liste
Datenformat	Punkt-Feature-Class in FGDB Linien-Feature-Class in FGDB Flächen -Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

8.6 Topographische Karten und Orthobilder

Die unterschiedlichen Rasterinformationen korrespondieren zu den Blattsnitten

Speicherort	...Dateneingang\RASTERKARTEN\
Verzeichnisname	ORTHOBILDER DTK010 DTK025 DTK250
Datenformat	Rasterkarten in Verzeichnissen
Auflösung	Unterschiedliche Auflösungen

Blattschnitte

Zu o.g. Topographischen Karten und Orthobildern gehörige Blattschnitteinteilungen

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Datensatzname	Blattschnitt_ORTHOBILDER Blattschnitt_DTK010 Blattschnitt_DTK025 Blattschnitt_DTK250
Datenformat	Flächen-Feature-Class in FGDB
Attribute	Wichtigste Attribute: STAND beziehungsweise BILDFLUG: Datum des Bearbeitungsstand beziehungsweise Bildflugs

8.7 Schutzgebiete

Die Schutzgebiete werden von der LUBW und den Unteren Wasserbehörden landesweit kontinuierlich aktualisiert.

Enthalten sind sowohl die Schutzgebiete aus dem Themenbereich Naturschutz, Flächenschutz und Landschaftspflege, als auch Überschwemmungsgebiete festgesetzt nach Wassergesetz und Schutzgebiete für die Wasserversorgung.

Von den Schutzgebieten werden im Rahmen dieser Leistungsbeschreibung die folgenden Themen bereitgestellt:

- Naturschutzgebiete (NSG)
- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Überschwemmungsgebiete (UESG)
- Wasserschutzgebietszonen (WSG)
- FFH-Gebiete (Natura 2000) (FFH)
- Vogelschutzgebiete -Natura 2000 (SPA)

Speicherort	...\Dateneingang\UIS_RIPS.gdb\
Verzeichnisname	SG_NS SG_LSG SG_UESG SG_WSG_ZONE SG_FFH SG_SPA
Datenformat	Flächen-Feature-Class in FGDB
Attribute	Die wichtigsten Attribute sind durch die Feldbezeichnung eindeutig definiert

9. HWGK-Fachdaten (Ersterstellung HWGK-E)

In den Jahren 2005 bis 2015 wurde die Erstberechnung der HWGK durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse liegen in digitaler Form vor.

Standardmäßig wird ein Abzug der aufbereiteten und veröffentlichten HWGK-Daten bereitgestellt werden. Teilweise unterscheiden sich diese Daten aufgrund anderer methodischer Vorgaben und der Verwendung unterschiedlicher Bearbeitungssoftware von den Anforderungen dieses Dokuments.

Sollte es im Rahmen der Bearbeitung notwendig werden, können in Abstimmung mit dem AG weitere Roh- und Ergebnisdaten der HWGK-Ersterstellung bereitgestellt werden.

9.1 Wasserspiegellagen und Überflutungstiefen (Rasterdaten)

Die in der HWGK veröffentlichten Wasserspiegellagen (WSP) und Überflutungstiefen (UT) werden als homogenisierte Rasterdaten ausgeliefert.

Die Ergebnisse der HW-Szenarien HQ₁₀, 50, 100, 100_oS und HQ_{EXTREM} werden mit einer Auflösung von 0,5 x 0,5 m bereitgestellt. Die Bezeichnungen entsprechen den Benennungen aus der HWGK-Ersterstellung.

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_RASTER_DATEN\.....	
Datensatzname	WSP_HQ010 WSP_HQ050 WSP_HQ100 WSP_HQ100_oS WSP_HQEXT UT_HQ010 UT_HQ050 UT_HQ100 UT_HQ100_oS UT_HQEXT	Wasserspiegellage bei HQ10 Wasserspiegellage bei HQ50 Wasserspiegellage bei HQ100 Wasserspiegellage bei HQ100_oS Wasserspiegellage bei HQEXTREM Überflutungstiefe bei HQ10 Überflutungstiefe bei HQ50 Überflutungstiefe bei HQ100 Überflutungstiefe bei HQ100_oS Überflutungstiefe bei HQEXTREM
Datenformat	GEOTIFF (dateibasiert)	
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter; die Zellmittelpunkte liegen auf 0,0 beziehungsweise 0,5 m	
Attribute	Z-Werte enthalten in den Zellen (DHHN2016)	
Erläuterung	Diese Ergebnisdaten basieren größtenteils derzeit noch auf Berechnungen mit dem digitalen Geländemodell des LGL von 2000 -2005. Beim Vergleich der Wasserspiegellagen mit dem digitalen Geländemodell ab 2016 kann es zu Abweichungen bei den Überflutungstiefen kommen.	

Hydraulisch relevantes DGM mit eingebranntem Gewässerschlauch

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_RASTER_DATEN\.....	
Datensatzname	HydDGM_2000_2005	
Datenformat	GEOTIFF (dateibasiert)	
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter; die Zellmittelpunkte liegen auf 0,0 beziehungsweise 0,5 m	
Attribute	Z-Werte enthalten in den Zellen (DHHN2016)	

9.2 Vektordaten

9.2.1 Verlängerte Querprofile (wsl-Dateien)

Die verlängerten Querprofile der 1D-Berechnungen werden für die HW-Szenarien HQ₁₀, 50, 100, 100_oS und HQ_{EXTREM} bereitgestellt. In den verlängerten Querprofilen sind die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung enthalten.

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_VEKTOR_DATEN.gdb\...	
Datensatz- name	HYDRAULIK_wslhq010	für HQ10
	HYDRAULIK_wslhq050	für HQ50
	HYDRAULIK_wslhq100	für HQ100
	HYDRAULIK_wslhq100_oS	für HQ100_oS
	HYDRAULIK_wslhqext	für HQEXT
Datenformat	Linien-Feature-Class in FGDB	
Felder	GEW_ID	Eindeutige Gewässeridentifikationsnummer
	AT_NEHMER	Auftragnehmer, Name des Ingenieurbüros
	BEPROG	Berechnungsprogramm
	BEDAT	Berechnungsdatum
	HQ	Berechnungsvariante (HQ2, ...,HQEXTREM)
	P_NR	Nummer des entsprechenden Vermessungsprofils (P_NAM)
	Q_CBMS	Abfluss [m ³ /s] gesamter Abfluss
	Q_FBETT_CBMS	Abfluss [m ³ /s] Flussschlauch
	Q_LINKS_CBMS	Abfluss [m ³ /s] linkes Vorland
	Q_RECHTS_CBMS	Abfluss [m ³ /s] rechtes Vorland
	WSP_NN	Wasserspiegellage [m NHN] (DHHN2016)
	QUERS	Nasser Querschnitt [m ²] gesamt
	QUERS_FBETT	Nasser Querschnitt [m ²] Flussschlauch
	QUERS_LINKS	Nasser Querschnitt [m ²] linkes Vorland
	QUERS_RECHTS	Nasser Querschnitt [m ²] rechtes Vorland
	WSP_BREITE	Wasserspiegelbreite [m] gesamt
	WSP_BREITE_FBETT	Wasserspiegelbreite [m] Flussschlauch
	WSP_BREITE_LINKS	Wasserspiegelbreite [m] linkes Vorland
	WSP_BREITE_RECHTS	Wasserspiegelbreite [m] rechtes Vorland
	V_MS	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] gesamt
	V_MS_FBETT	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] Flussbett
	V_MS_LINKS	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] linkes Vorland
	V_MS_RECHTS	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] rechtes Vorland
FROUDE	Froude Zahl	
BEMERKUNG	Text mit maximal 254 Zeichen	

9.2.2 Flächenausbreitung (FA)

Die Endergebnisse der derzeit gültigen Flächenausbreitungen der HW-Szenarien HQ₁₀, 50, 100, 100_oS und HQ_{EXTREM} werden aus dem aktuellen Datensatz der LUBW extrahiert und bereitgestellt.

Speicherort	...\\Dateneingang\HWGK\HWGK_VЕКТОР_DATEN.gdb\...	
Typ	Polygon Feature-Class in FGDB	
Bezeichnungen	FA_HQ010 FA_HQ050 FA_HQ100 FA_HQ100_oS FA_HQEXT	
Felder	CODE	1 = Hauptwasserkörper 2 = Potenzieller Überflutungsbereich hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ ₁₀₀ 3 = Geschützter Bereich (jeweils nur hinter Dämmen anzugeben)

9.2.3 Schutzanlagen

Weitere relevante Informationen aus der Ersterstellung wie die Lage und zu den Attributen von Hochwasserdämmen, Gewässerbegleitenden Längsstrukturen, Sicherheitsbetrachtung von Dämmen werden als Vektordaten (ESRI-Feature-Class) zu Verfügung gestellt.

Schutzeinrichtungen

Speicherort	...\\Dateneingang\HWGK\HWGK_VЕКТОР_DATEN.gdb\...	
Bezeichnung	HYDRAULIK_Schutzeinrichtung	
Typ	Linien Feature-Class in FGDB	
Felder	ANLAGETYP	Typ der Schutzeinrichtung, Schlüsselliste: Binnendeich, HRB-Damm/Begrenzung, HRB-Damm/Flussdeich, HRB-Damm/Stauhaltungsdamm, HRB-Damm/Unterteilung, Deichscharte, Gemischte Bauweise, Hauptdeich, Hochwasserentlastungsanlage, Hochwasserschutzmauer, Leitdeich, Mobile Hochwasserschutzwand, Notdeich, Qualmdeich, Rückstaudeich, Schardeich, Schlafdeich, Sonstige, Stauhaltungsdamm, Teilschutzdeich, Volledeich
	HQBEMVON	HQ-Bemessung von, Abfluss in [m ³ /s] (s. Anhang GEWIS-Hilfe)
	HQBEMBIS	HQ-Bemessung bis, Abfluss in [m ³ /s] (s. Anhang GEWIS-Hilfe)
	HQ	Jährlichkeit, Schutzgrad der Anlage
	BEMJAHR	Bemessungsjahr der Jährlichkeit des BHQ
	MDFH	mittlere Deichfußhöhe [m NHN] (zur Freibordfeststellung)
	MWSP	mittlerer Wasserspiegel für spezifisches HQ [m NHN] (zur Freibordfeststellung)
	FREIBORD	Höhe der Freibordvorgabe der Anlage in Meter
	ANLAGENAME	Name der Anlage
	GEW_ID	Eindeutige Gewässeridentifikationsnummer in RIPS
	ZWECK	Angaben des Hauptzwecks, für welchen die Anlage gebaut wurde, Schlüsselliste (s. Anhang GEWIS-Hilfe): Hochwasserschutz, Polderunterteilung, Stauhaltung, Sonstiges, k.A.
	LANDESEIGEN	Landeseigen (0 = nein / ja = 1)
	KRONBREITE	Repräsentative Kronenbreite (reiner Schätzwert)
DDHOEHE	Repräsentative Deich-/Damm-/Objekthöhe	

Längsstrukturen

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_VEKTOR_DATEN.gdb\...	
Bezeichnung	HYDRAULIK_laengsstruk	
Typ	Linien Feature-Class in FGDB	
Felder	GEW_ID	Eindeutige Gewässeridentifikationsnummer
	DURCHLAESSIG	Objekt ist durchlässig. 0=nein, 1=ja
	BHOEHE	Bauwerkshöhe, entnommen aus dem DGM (in m NHN)
	ART	Bauwerksart, z.B. Straße, Eisenbahn usw.

Schutzanlagen-Sicherheit

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_VEKTOR_DATEN.gdb\...	
Bezeichnung	HYDRAULIK_Schutzanlagen_Sicherheit	
Typ	Punkte Feature-Class in FGDB	
Felder	DEF_FREIBORD	Vorgegebener Freibord (m)
	WSP_HQ010	Wasserspiegellage HQ10 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ050	Wasserspiegellage HQ50 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ100	Wasserspiegellage HQ100 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQXT	Wasserspiegellage HQEXT (m NHN, DHHN2016)
	BER_FREIBORD	Differenz zwischen WSP_HQ100 und OK_BAUWERK (m)
	HOEH_BAUWERK	Oberkante des Bauwerks (m NHN, DHHN2016)

9.2.4 Brückenstatus

Definition des Brückenstatus aus der Erstabrechnung der HWGK:

Eine Brücke gilt als eingestaut, wenn das entsprechende HQ_T den tiefsten Punkt der Unterkante der Brücke erreicht (z.B. bei Bogenbrücken das Widerlager). Die Erfassung für beide Ereignisse erfolgt in einem Datensatz; d.h. pro Brücke ein Punkt. In der Berechnung wird kein Freibord berücksichtigt.

Speicherort	...\Dateneingang\HWGK\HWGK_VEKTOR_DATEN.gdb\...	
Bezeichnung	HYDRAULIK_Brueckenstatus	
Typ	Punkte Feature-Class	
Felder	GEW_ID	Gewässernummer
	HQ100	0 = Brücke nicht eingestaut (grüne Signatur) 1 = Brücke eingestaut (rote Signatur)
	HQEXT	0 = Brücke nicht eingestaut (grüne Signatur) 1 = Brücke eingestaut (rote Signatur)
	BEMERKUNG	Feld für besondere Vermerke

9.2.5 Modellinformationen für 2D Modelle

Sofern vorhanden, werden Ergebnisse an den 2D-Modellknoten, die den derzeit gültigen HWGK-Berechnungen zugrunde liegen, bereitgestellt. Für diese Daten besteht kein einheitliches Datenformat.

9.2.6 Abflussrelevante Strukturen (ArS) aus vorherigen GF- oder SRRM-Projekten

Sind im Bearbeitungsgebiet bereits aus Vorgängerprojekten, beispielsweise aus gebietsweisen Fortschreibungen oder Starkregenrisikomanagementprojekten, Angaben zu abflussrelevanten Strukturen (ArS) vorhanden, werden diese gemäß den Datenvorgaben im Kapitel 0 vom AG zur Verfügung gestellt.

In der Projektbearbeitung sind diese ArS bei der HydTERRAIN-Bearbeitung als auch bei der Erstellung des HN-Modells zu berücksichtigen (siehe auch Kap. 3.2.2).

Ergebnisdaten und Formate

10. Ergebnisdaten und Datenformate

Die Ergebnisse definieren den Umfang an Daten und Dokumenten, die der AN an den AG abgibt. Die hier definierten Abgabeformate beschreiben Datensätze, die in landesweite Informationssysteme übernommen werden. Aus diesem Grund müssen die Vorgaben strikt eingehalten werden. Alle Abgabeformate basieren auf den gängigen ESRI-Formaten (Feature-Class, Raster, TERRAIN, GEOTIFF). Darüber hinaus können vom AG weitere spezifische Formate definiert werden.

In der Anlassbezogenen Fortschreibung erfolgt ggf. die Datenaufbereitung nach Abstimmung mit den Projektbeteiligten der HWGK durch einen HWGK-erfahrenen externen Dienstleister, wenn der Planer aufgrund technischer Voraussetzungen nicht in der Lage ist, die geforderten GIS-Aufbereitungen in den spezifizierten Formaten zu liefern.

Alle Geodaten sind bei der Datenabgabe im Koordinatensystem **ETRS89_UTM_Zone_32N (WKID: 25832 Authority: EPSG)** abzugeben.

Zellmittel- bzw. -eckpunkte bei Rastern:

- 0,5 x 0,5 m Raster:
Zellmittelpunkte liegen auf 0,0 bzw. 0,5 m, d.h. die linke untere Ecke einer Rasterzelle liegt auf **0,25** bzw. **0,75** m in X- und Y-Richtung.

Höhensystem: DHHN 2016 [m NHN] (Höhenstatus 170)

10.1 Allgemeine Daten

10.1.1 Brückenstatus

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den AN		
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG		
Bezeichnung	ALLG_Brueckenstatus		
Typ	Punkte Feature-Class (Template muss verwendet werden)		
Felder	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer	
	HQ100 (Short)	Domäne: D_Brueckenstatus Brückenstatus für HQ100 (Auswahlattribut) 0: Freibord nicht in Anspruch genommen 1: Freibord in Anspruch genommen 2: Brücke eingestaut 100: Brücke nicht eingestaut (HWGK-E) 101: Brücke eingestaut (HWGK-E) 199: keine Informationen vorliegend	
	HQ1000 (Short)	Domäne: D_Brueckenstatus Brückenstatus für HQ1000 (Auswahlattribut) 0: Freibord nicht in Anspruch genommen 1: Freibord in Anspruch genommen 2: Brücke eingestaut 100: Brücke nicht eingestaut (HWGK-E) 101: Brücke eingestaut (HWGK-E) 199: keine Informationen vorliegend	
	WSP_HQ100 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ100 [m über NHN] (DHHN2016)	
	WSP_HQ1000 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ1000 [m über NHN] (DHHN2016)	
	UK_Bauwerk (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Unterkante des Bauwerks [m über NHN] (DHHN2016)	
	Freibord (Double)	Domäne: D_Freibord_max (0-5) Freibord (m)	
	Bemerkung (Text, 255)	Feld für besondere Vermerke	
	P_NAM (Text,17)	eindeutiger Profilname	

10.1.2 Verdolungseinlauf (Status)

Rückgabestatus	Wird vom AG ausgeliefert und ist durch den AN zu ergänzen	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Verdolungseinlauf	
Typ	Punkte Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Bemerkung (Text,255)	Feld für besondere Vermerke
	HQ100 (Short)	Domäne: D_Verdolungseinlauf Verdolungsstatus für HQ100 (Auswahlattribut) 0: Teilfüllung (Leistungsfähigkeit nicht ausgeschöpft) 1: Vollfüllung oder Druckabfluss (Leistungsfähigkeit erreicht oder überschritten)
	P_NAM (Text,17)	eindeutiger Profilname

10.1.3 Centerline

Rückgabestatus	Wird vom AG ausgeliefert und ist durch den AN gegebenenfalls zu ergänzen / zu korrigieren	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Centerline	
Typ	Linien Feature-Class Z	
Felder	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer
	Gewaesser_Typ (Short)	Domäne: D_HWGK_Gewaesser 0: k. A. 1: nicht zu verwenden 2: HWGK-Gewässer 3: sonstige Gewässer
	Hydraulik (Short)	Domäne: D_Centerline_Hydraulik 0: Berechnung nicht erforderlich 1: Berechnung erforderlich 2: hydraulische Berücksichtigung erforderlich 3: hydraulische Berücksichtigung ggf. erforderlich 4: hydraulische Berücksichtigung unwahrscheinlich 11: Berechnung erforderlich (reduzierte Bearbeitungstiefe) 12: Berechnung erforderlich, ohne Gewässerbruchkanten
	Verdolung (Short)	Domäne: D_Centerline_Verdolung Verdolter Gewässerabschnitt (Auswahlattribut) 0: Nein 1: Ja 2: k. A. 3: nicht verwenden 4: Düker 5: Überführung
	BEMERKUNG (Text, 255)	Freier Text
	NAME (Text, 60)	Gewässername
	Verdolung_Leistung (Double)	Berechnete Leistungsfähigkeit der Verdolung in m ³ /s
	Risiko_Gewaesser (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja

*) diese Attribuierung muss nicht durch den AN ausgefüllt werden

10.1.4 Modellgebiete

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Modellgebiet (Template muss verwendet werden)	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Dimension_Modell (Short)	Domäne: D_Modell 1: 1D 2: 2D
	Modell_NR (Short)	Laufende Nummer des Modells

10.1.5 Austauschbereich (Pflaster) für AF je HQ

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Austauschbereich_AF (Template muss verwendet werden)	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HQxxxx (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	AF_Nummer (Text, 80)	Nummer/Bezeichnung der AF

Hinweis: Die Ergebnisse einer AF sollen nach Abschluss und Plausibilisierung der Arbeiten in den Gesamtdatenbestand der HWGK-BW integriert werden. Hierzu sind vom Bearbeiterbüro die Austauschbereiche (Pflaster) zu definieren. Diese sind so zu wählen, dass die neuen Ergebnisse einer AF nahtlos in den Bestandsdatensatz der HWGK-E / HWGK-F eingefügt werden können, ohne dass Sprünge in den Wasserspiegellagen oder unplausible Veränderungen in der Flächenausbreitung entstehen. Der Austauschbereich (Pflaster) muss für jedes untersuchte HQ individuell festgelegt werden.

10.1.6 Verwendete Vermessungsprofile

Rückgabestatus	Wird vom AG ausgeliefert und ist durch den AN zu ergänzen	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Vermessung_Profile	
Typ	Linien Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	P_NAM (Text, 17)	eindeutiger Profilname
	Abschnitt_Verklausung (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	Bauwerk_Steckbrief (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja

10.1.7 Zusätzliche Informationen zur Gefährdungssituation

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Hinweis_Gefahren	
Typ	Punkte Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Hinweis (Text, 255)	

10.1.8 Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklausungsansätzen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_Centerline_Verklausung	
Typ	Linien Feature-Class Z	
Felder	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer
	Abschnitt_Verklausung (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	Bemerkung (Text, 255)	Freier Text (z.B. Vorauswahl durch AG)
	Name (Text, 8)	Gewässername

10.1.9 Gebäudedatensatz (aus dem ALKIS-Datenbestand)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\Gebaeude	
Bezeichnung	Gebaeude	
Typ	Polygon Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Object_UUID (Text, 255)	Eindeutige Gebäude-ID oder kein Eintrag

10.1.10 Version

Rückgabestatus	Wird vom AG ausgeliefert und ist durch den AN gegebenenfalls zu ergänzen / zu korrigieren	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb	
Bezeichnung	Version	
Typ	Tabelle	
Felder	Leistungsbeschreibung (Text, 50)	aktueller Default-Wert: 2.0
	Datenhaltung (Text, 50)	aktueller Default-Wert: 2.0
	HN_Modelle_Software_Version (Text, 50)	(Modellsoftware mit Versionsangabe)

10.2 Breschen

10.2.1 Flächenausbreitung der Dammbreschen (Rohdaten)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\BRESCHEN	
Bezeichnung	BRESCHEN_FA	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Bresche_ID (Text, 5)	Nummer der Bresche als Text (B0001, B0002 ..., B9999)
	Breschen_Klasse (Short)	Domäne: D_Breschenbreiten_Klasse Verwendete Breschenbreitenklasse 10: 10 Meter 15: 15 Meter 30: 30 Meter 50: 50 Meter 100: 100 Meter
	HQxxxx (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	Step_T_Minuten (Long)	Domäne: D_Step_T_Minuten (0 – 4320) Zeitschritt in Minuten nach Berechnungsbeginn
	TN (Long)	Domäne: D_TN (0 – 4320) Nullzeitpunkt: Breschenbeginn in Ganglinie an KQS
	Bemerkung (Text, 255)	Feld für besondere Vermerke

10.2.2 Lage der Dammbreschen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\BRESCHEN	
Bezeichnung	Breschen_Lage	
Typ	Point Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Bresche_ID (Text, 5)	Nummer der Bresche als Text
	Lage (Short)	Domäne: D_Breschen_Lage 1: Links 2: Rechts
	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer
	HQ0010 (Short)	Domäne: D_Freibord_10_50 1: Fall A1 2: Fall A2 4: Nein
	HQ0010_Abgabe (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	HQ0050 (Short)	Domäne: D_Freibord_10_50 1: Fall A1 2: Fall A2 4: Nein
	HQ0050_Abgabe (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	HQ0100 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	HQ0100_Abgabe (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	HQ0100_oHRB (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	HQ0100_oHRB_Abgabe (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	HQ1000 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	HQ1000_Abgabe (Short)	Domäne: D_Ja_Nein 0: Nein 1: Ja
	Modell_Nr (Short)	Nummer des hydraulischen Modells
	HWD_Nr (Double)	Nummer des Dammes aus der AKWB

10.2.3 Flächenausbreitung der Dammbreschen (kumulierte Maximalwerte mit Fallunterscheidung)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\BRESCHEN	
Bezeichnung	Breschen_FA_Faele	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HQxxxx (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	Fall (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein

10.3 Flächenausbreitung

10.3.1 Flächenausbreitung für HQ_T (ROH_IST-VERSION)

Beispielweise für Nachrechnung IST-Zustand in AF

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\FA
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)
Bezeichnungen	ROH_FA_IST_HQ0010 ROH_FA_IST_HQ0050 ROH_FA_IST_HQ0100 ROH_FA_IST_HQ0100_oHRB ROH_FA_IST_HQ1000
Felder	Keine Attribute

10.3.2 Flächenausbreitung für HQ_T (ROH-VERSION)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\FA
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)
Bezeichnungen	ROH_FA_HQ0002 ROH_FA_HQ0010 ROH_FA_HQ0050 ROH_FA_HQ0100 ROH_FA_HQ0100_oHRB ROH_FA_HQ0100_verklaust ROH_FA_HQ1000 ROH_FA_HWextrem
Felder	Keine Attribute

10.3.3 Flächenausbreitung für HQ_T (ingenieurmäßig überarbeitete Version)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\FA	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Bezeichnungen	FA_HQ0010 FA_HQ0050 FA_HQ0100 FA_HQ0100_oHRB FA_HQ0100_verklaust FA_HQ1000 FA_HWextrem	
Felder	Code (Short)	Domäne: D_Code_10_50 (nur bei HQ0010 und HQ0050) 1: Hauptwasserkörper 4: Hauptwasserkörper infolge Freibordverletzung (Potenzieller Überflutungsbereich hinter gewässerbegleitenden Längsstrukturen bei HQ100) Domäne: D_Code (nicht bei HQ0010 und HQ0050) 1: Hauptwasserkörper 2: Potentieller Druckwasserbereich 3: Geschützter Bereich (jeweils nur hinter Dämmen anzugeben) 4: Hauptwasserkörper infolge Freibordverletzung <u>Hinweis:</u> <i>Code 2 nur bei HQ₁₀₀</i> <i>Code 3 nur bei HQ₁₀₀ und HQ₁₀₀₀</i>
	HRB_WB (Short)	Domäne: D_HRB_Wirkungsbereich (nur bei HQ100_oHRB) 0: außerhalb des Wirkungsbereichs von HRBs 1: Wirkungsbereich (Feld nur gültig für Szenario ohne Schutzanlagen)

10.3.4 Flächenausbreitung Modifikationen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\FA	
Bezeichnung	FA_Modifikation	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HQxxxx (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	Bemerkung (Text, 255)	Bemerkungen

10.4 Hochwasserschutzanlagen

10.4.1 Schutzanlagen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_Schutzanlage	
Typ	Linien Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	FREIBORD (Double)	
	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer
	Lage (Short)	Domäne: D_Lage_zum_Gewaesser Lage am Gewässer 1: Links 2: Rechts 3: im Gewässer 4: sonstige 5: k. A.
	Typ (Short)	Domäne: D_HWS_Typ 1: Mobiler Hochwasserschutz 2: HWS-Damm 3: Hochwasserschutzmauer 4: Stauhaltungsdamm 5: sonstige
	HQSchutzgrad (Short)	Domäne: D_HQSchutzgrad (0 – 1000) Schutzgrad (Wiederkehrintervall: Schätzwert in Jahren auf zehn Jahre gerundet)
	HWD_Nr (Double)	Nummer des Dammes aus der AKWB
	Typ_AKWB (Text, 50)	

10.4.2 Sicherheitsbetrachtung von Schutzanlagen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_Schutzanlage_Sicherheit	
Typ	Punkte Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Definierter_Freibord (Double)	Vorgegebener Freibord (m) Default-Wert: 0,2
	WSP_HQ0010 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ10 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0050 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ50 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0100 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ100 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0100_oHRB (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ100_oHRB (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ1000 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ1000 (m NHN, DHHN2016)
	OK_Bauwerk (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Oberkante des Bauwerks (m NHN, DHHN2016)

Berechneter_Freibord_HQ0010 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0010 und OK_Bauwerk (m)
Berechneter_Freibord_HQ0050 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0050 und OK_Bauwerk (m)
Berechneter_Freibord_HQ0100 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0100 und OK_Bauwerk (m)
Berechneter_Freibord_HQ0100_oHRB (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0100_oHRB und OK_Bauwerk (m)
Berechneter_Freibord_HQ1000 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ1000 und OK_Bauwerk (m)
Freibordklasse_HQ0010 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
Freibordklasse_HQ0050 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
Freibordklasse_HQ0100 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
Freibordklasse_HQ0100_oHRB (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
Freibordklasse_HQ1000 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
HWD_Nr (Double)	Nummer des Dammes aus der AKWB

Ermittlung Freibordklasse:

Klasse A1: $\text{BERECHNETER_FREIBORD_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_FREIBORD}$

Wert ≥ 1 → Freibord eingehalten

Klasse A2: $\text{BERECHNETER_FREIBORD_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_FREIBORD}$

Wert zwischen 0 und 1 → Freibord wird in Anspruch genommen

Klasse B: $\text{BERECHNETER_FREIBORD_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_FREIBORD}$

Wert ≤ 0 → Damm wird überströmt

10.4.3 Hochwasserrückhaltebecken

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_HRB	
Typ	Punkte Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HRB_Nr (Double)	Eindeutige Nummer des Rückhaltebeckens aus der AKWB
	GEW_ID (Double)	Domäne: D_GEW_ID (0 – 99999) Gewässernummer
	Hydrologie (Short)	Domäne: D_HRB_Hydrologie 1: Berücksichtigt 2: Nicht berücksichtigt
	Hydraulik (Short)	Domäne: D_HRB_Hydraulik 1: Auslass komplett aus Hydrologie 2: Regelabgabe aus Hydrologie mit Überströmen hydraulisch 3: Komplette hydraulische Abbildung

Die Informationen zu den Hochwasserrückhaltebecken sind in Kap. 8.3 Stauanlagen enthalten. Durch die Angabe der HRB_NR ist eine eindeutige Verknüpfung zum AKWB möglich.

10.4.4 Fläche des Hochwasserrückhaltebeckens bei Vollstau

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_HRB_FA_Stau	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HRB_Nr (Double)	Eindeutige Nummer des Rückhaltebeckens aus der AKWB

10.4.5 Fläche des Hochwasserrückhaltebeckens bei Maximum aus ZH1 und ZH2

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_HRB_FA_MaxZH	
Typ	Polygon Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	HRB_Nr (Double)	Eindeutige Nummer des Rückhaltebeckens aus der AKWB

10.4.6 Gewässerbegleitende Längsstrukturen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_Laengsstruktur	
Typ	Linien Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Durchlaessig (Short)	Domäne: D_Durchlaessig Ist die Längsstruktur durchlässig? 0: nein 1: ja 2: k.A.
	Bauwerkshoehe (Double)	Domäne: D_Hoehe_Bauwerk (0 – 50) Mittlere Höhe des Bauwerks (m)
	Art (Text, 80)	Auswahlliste (Bahndamm, Straßendamm, künstlicher Erddamm, Mauer, natürliche Verwallung, Gebäude, privater Objektschutz, Sonstiges)
	Sicherheitsabschlag (Double)	Sicherheitsabschlag (entspr. Freibord) (m)
	Bemerkung (Text, 255)	Freitext
	Lfd_Nr (Long)	Laufende Nummer

Hinweis: Gewässerbegleitende Längsstrukturen sind nicht in der ArS zu erfassen bzw. müssen diese ggf. bei den ArS gelöscht werden.

10.4.7 Sicherheitsbetrachtung von gewässerbegleitenden Längsstrukturen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	HWS_Laengsstruktur_Sicherheit	
Typ	Punkte Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Sicherheitsabschlag	Sicherheitsabschlag (entspr. Freibord) (m)
	WSP_HQ0010 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ10 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0050 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ50 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0100 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ100 (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ0100_oHRB (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ100_oHRB (m NHN, DHHN2016)
	WSP_HQ1000 (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Wasserspiegellage HQ1000 (m NHN, DHHN2016)
	Berechneter_Sicherheitsabschlag_HQ0010 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0010 und OK_BAUWERK (m)
	Berechneter_Sicherheitsabschlag_HQ0050 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0050 und OK_Bauwerk (m)
	Berechneter_Sicherheitsabschlag_HQ0100 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0100 und OK_Bauwerk (m)
	Berechneter_Sicherheitsabschlag_HQ0100_oHRB (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ0100_oHRB und OK_Bauwerk (m)

	(Double)	
	Berechneter_Sicherheitsabschlag_HQ1000 (Double)	Differenz zwischen WSP_HQ1000 und OK_Bauwerk (m)
	Klasse_HQ0010 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	Klasse_HQ0050 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	Klasse_HQ0100 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	KLASSE_HQ0100_oHRB (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	KLASSE_HQ1000 (Short)	Domäne: D_Sicherheit 1: Fall A1 2: Fall A2 3: Fall B 4: Nein
	Lfd_Nr (Long)	Laufende Nummer
	OK_Bauwerk (Double)	Domäne: D_Hoehe_BW (85 – 1493) Oberkante des Bauwerks (m NHN, DHHN2016)

Ermittlung KLASSE_HQxxxx (analog zu Freibordklasse bei Schutzanlagen; vgl. Kap. 0; nur auszufüllen für als „nicht durchlässig“ klassifizierte gewässerbegleitenden Längsstrukturen):

- Klasse A1:** $\text{BERECHNETER_SICHERHEITSABSCHLAG_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_SICHERHEITSABSCHLAG}$
Wert ≥ 1 → **Sicherheitsabschlag eingehalten**
- Klasse A2:** $\text{BERECHNETER_SICHERHEITSABSCHLAG_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_SICHERHEITSABSCHLAG}$
Wert zwischen 0 und 1 → **Sicherheit kann nicht gewährleistet werden**
- Klasse B:** $\text{BERECHNETER_SICHERHEITSABSCHLAG_HQ}_T / \text{DEFINIERTER_SICHERHEITSABSCHLAG}$
Wert ≤ 0 → **Längsstruktur wird überströmt**

10.5 Modellergebnisse 1D (verlängerte Querprofile)

10.5.1 Verlängerte Querprofile

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\HWS	
Bezeichnung	MOD_1D_wsihq0010	für HQ10
	MOD_1D_wsihq0050	für HQ50
	MOD_1D_wsihq0100	für HQ100
	MOD_1D_wsihq0100_oHRB	für HQ100 oHRB
	MOD_1D_wsihq0100_verklaust	für HQ100 verklaust
	MOD_1D_wsihq1000	für HQ1000
Typ	Linien Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	GEW_ID (Long)	Domäne: D_GEW_ID (0 - 99999) Eindeutige Gewässeridentifikationsnummer
	AT_Nehmer (Text, 80)	Auftragnehmer, Name des Ingenieurbüros
	BeProg (Text, 80)	Berechnungsprogramm
	BeDat (Datum)	Berechnungsdatum
	HQxxxx (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	P_Nr (Text, 20)	Nummer des entsprechenden Vermessungsprofils (P_NAM)
	Q_CBMS (Double)	Abfluss [m³/s] gesamter Abfluss
	WSP_NN (Double)	Wasserspiegellage [m NHN]
	Quers (Double)	Nasser Querschnitt [m²] gesamt
	WSP_Breite (Double)	Wasserspiegelbreite [m] gesamt
	V_MS (Double)	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] gesamt
	Froude (Double)	Froude Zahl
	Bemerkung (Text, 255)	Text mit maximal 254 Zeichen
	Q_FBett_CBMS (Double)	Abfluss [m³/s] Flussschlauch
	Q_Links_CBMS (Double)	Abfluss [m³/s] linkes Vorland
	Q_Rechts_CBMS (Double)	Abfluss [m³/s] rechtes Vorland
	Quers_FBett (Double)	Nasser Querschnitt [m²] Flussschlauch
	Quers_Rechts (Double)	Nasser Querschnitt [m²] rechtes Vorland
	Quers_Links (Double)	Nasser Querschnitt [m²] linkes Vorland

WSP_Breite_FBett (Double)	Wasserspiegelbreite [m] Flussschlauch
WSP_Breite_Rechts (Double)	Wasserspiegelbreite [m] rechtes Vorland
WSP_Breite_Links (Double)	Wasserspiegelbreite [m] linkes Vorland
V_MS_FBett (Double)	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] Flussbett
V_MS_Rechts (Double)	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] rechtes Vorland
V_MS_Links (Double)	mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s] linkes Vorland
Niederschlagsmodell (Text, 255)	N100: für Berechnung ohne Niederschlagsminderung N090: Bsp. Für Niederschlagsminderung um 10 % etc.

10.6 Modellergebnisse 2D

Für jedes hydraulische Modell muss ein Feature-Dataset angelegt werden.

Die Datasets sind fortlaufend zu nummerieren (MOD_2D_T1, MOD_2D_T2, MOD_2D_T3, usw.).

Die Unterscheidung erfolgt entsprechend den unterschiedlichen Niederschlagsdauerstufen (Dx), wobei „x“ die Dauer in Stunden bezeichnet.

Für die Abgabe erster Berechnungsergebnisse zum PP03 (siehe Kap. 5.2.4) ist die Bezeichnung der abzugebenden Modellnetze um den Zusatz „_PP03“ zu erweitern.

10.6.1 Modellergebnisse 2D

Hinweis: Die in diesem Kapitel definierten Attributfelder entsprechen der Endergebnisabgabe einer instationären 2D-Berechnung. Wurde hingegen 2D stationär gerechnet entsprechen die Angaben den Werten des stationären Endzustands. Gegebenenfalls sind die Bezeichnungen mit dem Regierungspräsidium abzustimmen und entsprechend zu dokumentieren.

Sind Niederschlagsminderungen (N-Abminderungen) für einzelne Berechnungen berücksichtigt worden, sind diese Rechenläufe mit den gleichen Bezeichnungen, aber an einem anderen Speicherort abzulegen. Hinter dem Modellnamen ist dann ein „_Nyyy“, wobei „yyy“ für die abgeminderten Niederschlagswert in Prozent (3stellig) steht. Bei Berechnungen mit Niederschlagsminderung muss gewährleistet sein, dass an keinem Knoten zwei oder mehr Ergebnisdaten in die Datenbank eingetragen werden.

Für die Abgabe der Modell-Berechnungsergebnisse der Abflussszenarien im potenziell natürlichen Zustand gemäß Kap. 1.4.2 sind die Bezeichnungen analog zu verwenden. Am Ende des Bezeichners ist ein „_PP04“ anzufügen.

Diese Szenarien sind bei der Endabgabe nicht erneut mit abzugeben.

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\MOD_2D_T1 etc.	
Bezeichnung	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0002_Dx	für HQ2
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0010_Dx	für HQ10
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0050_Dx	für HQ50
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0100_Dx	für HQ100
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0100_oHRB_Dx	für HQ100_oHRB
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ0100_verklaust_Dx	für HQ100_verklaust
	MOD_2D_T1_Knoten_HQ1000_Dx	für HQ1000
Typ	Punkte Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	ID (Long)	Lfd. Nummer
	point_num (Long)	Knotennummer im Modellnetz
	x (Double)	Rechtswert des Knotens [m]
	y (Double)	Hochwert des Knotens [m]
	z (Double)	Höhe des Knotens [mNHN]
	kuk (Double)	Höhe [mNHN] der Konstruktionsunterkante, falls vorhanden
	wspl_max (Double)	Maximale Wasserspiegellage [mNHN]
	v_max_x (Double)	Maximale Geschwindigkeit [m/s] – Komponente in Rechts-Richtung
	v_max_y (Double)	Maximale Geschwindigkeit [m/s] – Komponente in Hoch-Richtung
	v_max (Double)	Maximale Geschwindigkeit – Betrag des Vektors [m/s]
	v_max_dir (Double)	Maximale Geschwindigkeit – Richtung des Vektors [Grad]
	v_max_time (Double)	Maximale Geschwindigkeit – Zeitpunkt [s]
	depth_maxC (Double)	Einstautiefe [m] bei maximaler Wasserspiegellage
	schub_max (Double)	Maximale Schubspannung [N/m ²]
	kST (Double)	Hydraulischer Rauheitsbeiwert
Niederschlagsmodell (Text, 255)	N100: für Berechnung ohne Niederschlagsminderung N090: Bsp. Für Niederschlagsminderung um 10 % etc.	

10.6.2 Modellnetz

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\MOD_2D_T1 etc.	
Bezeichnung	MOD_2D_T1_Modellnetz	
Typ	Polygon Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	Rauigkeit (Double)	K _{st} -Wert m ^{1/3} /s

10.6.3 2D-HN-Modelle (2dm-Dateien)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Verzeichnis 2dm	
Bezeichnung	Bezeichnungen werden in Absprache mit dem AN definiert	

10.6.4 DATA-IN und DATA-OUT (Informationen aus HydroAS inklusive LUA-Skripte)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis HYDRO_AS\DATA_IN Verzeichnis HYDRO_AS\DATA_OUT (netzbezogene Daten im h5-Datenformat) Verzeichnis HYDRO_AS\SCRIPT Verzeichnis HYDRO_AS\INFO (weitere Daten z.B. materials etc.)
Bezeichnung	Bezeichnungen werden in Absprache mit dem AN definiert

10.6.5 Kontrollquerschnitte (Lage)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\Kontrollquerschnitt	
Bezeichnung	Kontrollquerschnitt	
Typ	Linie Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Name (Text, 12)	Bezeichnung des Kontrollquerschnitts aus HydroAS gemäß Kap.1.6.6
	Knotennummer (Long)	Zuordnung zum Knoten der Hydrologie (sofern gegeben)

10.6.6 Kontrollquerschnitte (Werte)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb	
Bezeichnung	Kontrollquerschnitt_Wert	
Typ	Tabelle (Template muss verwendet werden)	
Felder	Name (Text, 12)	Bezeichnung des Kontrollquerschnitts aus HydroAS gemäß Kap.1.6.6
	HQT (Short)	Domäne: D_Szenario 1: HQ0002 2: HQ0010 3: HQ0050 4: HQ0100 5: HQ0100_oHRB 6: HQ0100_verklaust 7: HQ1000 8: HWextrem
	Dauerstufe (Long)	Dauerstufe in Minuten
	Zeitschritt (Long)	Minuten-Intervall
	Abfluss (Double)	
	Abfluss_max (Double)	

10.6.7 Nodestrings (Lage)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\Nodestrings	
Bezeichnung	Nodestrings	
Typ	Linie Feature-Class (Template muss verwendet werden)	
Felder	Typ (Long)	Domäne: D_Nodestring_Typ 1: KQS an hydrologischen Knoten 2: KQS an Bresche 3: KQS an einem Pegel 4: Zulauf Stadtabfluss 5: Zulauf Landabfluss 6: Zulauf allgemein 7: Auslauf 8: W-Q-Beziehung 9: 1d-Element Verdolung 10: 1d-Element Wehr 11: 1d-Element Durchlass 12: 1d-Element Wehr (als Überlauf über eine Brücke)
	Name (Text,12)	Bezeichnung des Nodestrings aus HydroAS gem. Tabelle 2

10.7 Geländemodell

10.7.1 HydDGM

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Gelaendemodell\DGM
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	HydDGM
Typ	Raster: GEOTIFF

10.7.2 HydTERRAIN

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Gelaendemodell\HydTERRAIN
Bezeichnung	HydTERRAIN
Typ	ESRI-TERRAIN Dataset mit Vektorinformationen: Punkte, Linien, Polygone Alle Höhen in DHHN2016
Erläuterungen	Die Bezeichnungen (Namen) der einzelnen vom AG gelieferten Feature-Classes, dürfen nicht verändert werden, d.h. auch die Struktur des Terrains darf nicht verändert werden. Neue Geometrien (Punkt, Linie, Fläche), die zum HydTERRAIN hinzugefügt werden, sind über die bereits angelegten Feature-Classes NEUE_PUNKTE, NEUE_LINIEN und NEUE_POLYGONE zu erfassen und sinnvoll zu benennen.

10.7.3 Abflussrelevante Strukturen (ArS)**Linienobjekt**

Rückgabe-status	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_ARS_Linie	
Typ	Linien Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	FIS_ID (Long)	ID der Fortschreibung HWGK
	Lfd_Nr (Long)	Laufende Nummer
	Beschreibung (Text, 255)	Genau Beschreibung des Objekts (z.B. Mauer, Durchlass etc.)
	Laenge (Double)	Länge des Objekts
	Breite (Double)	Breite in Meter (Durchmesser bei Kreis)
	Hoeh (Double)	Höhe in Meter (im Mittel über Gelände)
	Form (Text, 255)	Text (z.B. Kreis, Rechteck etc.)
	HydTerrain (Short)	Domäne: D_Ja_Nein Ist im HydTerrain berücksichtigt? 0: Nein 1: Ja
Art (Text, 255)	Text (z.B. Durchlass, Unterführung, Graben, Wehr etc.)	

Flächenobjekt

Rückgabe-status	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_ARS_Polygon	
Typ	Polygon Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	FIS_ID (Long)	ID der Fortschreibung HWGK
	Lfd_Nr (Long)	Laufende Nummer
	Beschreibung (Text, 255)	Genau Beschreibung des Objekts (z.B. Baugebiet etc.)
	HydTerrain (Short)	Domäne: D_Ja_Nein Ist im HydTerrain berücksichtigt? 0: Nein 1: Ja
	Art (Text, 255)	Text (z.B. Anschüttung, Abgrabung, Teich, See etc.)

Punktobjekt

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer	
Speicherort	Datenschablone_2_0.gdb\ALLG	
Bezeichnung	ALLG_ARS_Punkt	
Typ	Punkte Feature-Class Z (Template muss verwendet werden)	
Felder	FIS_ID (Long)	ID der Fortschreibung HWGK
	Lfd_Nr (Long)	Laufende Nummer
	Beschreibung (Text, 255)	Genaue Beschreibung des Objekts (z.B. Baugebiet etc.)
	HydTerrain (Short)	Domäne: D_J1_NEein Ist im HydTerrain berücksichtigt? 0: Nein 1: Ja
	Art (Text, 255)	Text (z.B. Einlauf, Auslauf etc.)

Die Höhenangaben der ArS sind innerhalb der Feature-Classes an den Stützstellen (Vertices) als Z-Werte in mNHN DHHN 2016 abzulegen. Da es sich hier in der Regel nicht um Vermessungshöhen handelt, können geschätzte Werte eingetragen werden.

10.8 Überflutungstiefen**10.8.1 Überflutungstiefen (ROH)**

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Ueberflutungstiefen_ROH
Einheit	m (gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	ROH_UT_HQ0002.TIF ROH_UT_HQ0010.TIF ROH_UT_HQ0050.TIF ROH_UT_HQ0100.TIF ROH_UT_HQ0100_oHRB.TIF ROH_UT_HQ0100_verklaust.TIF ROH_UT_HQ1000.TIF
Typ	Raster: GEOTIFF

10.8.2 Ingenieurmäßig überarbeitete Überflutungstiefen

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Ueberflutungstiefen
Einheit	m (gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	UT_HQ0010.TIF UT_HQ0050.TIF UT_HQ0100.TIF UT_HQ0100_oHRB.TIF UT_HQ0100_verklaust.TIF UT_HQ1000.TIF UT_HWEXTREM.TIF
Typ	Raster: GEOTIFF

10.9 Wasserspiegellagen

10.9.1 Wasserspiegellagen (IST-Wasserstand; ROH)

Wasserspiegellage ohne Dammbreschen (Überströmszenario)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Wasserspiegellagen_IST_ROH
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	ROH_WSP_IST_HQ0002.TIF ROH_WSP_IST_HQ0010.TIF ROH_WSP_IST_HQ0050.TIF ROH_WSP_IST_HQ0100.TIF ROH_WSP_IST_HQ0100_oHRB.TIF ROH_WSP_IST_HQ0100_verklaust.TIF ROH_WSP_IST_HQ1000.TIF
Typ	Raster: GEOTIFF

10.9.2 Wasserspiegellagen der einzelnen Dammbreschen (Auswertung der maximalen Wasserspiegel)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Wasserspiegellagen_BRESCHEN
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	WSP_BBBBBB_HQXXXX_TYYYY Wobei: BBBBBB: BRESCHEN_ID XXXX: Jährlichkeit (0010,0050, ...) YYYY: Zeitschritt in Minuten (für Maximalwerte „0000“)
Typ	Raster: GEOTIFF

10.9.2.1 Wasserspiegellagen der Dammbreschen (Überlagerung Maximalwerte HQ100 mit Fallunterscheidung)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Wasserspiegellagen_BRESCHEN
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	WSP_FALLA1_HQ0100 WSP_FALLA2_HQ0100 WSP_FALLB_HQ0100
Typ	Raster: GEOTIFF

10.9.3 Wasserspiegellagen (ROH)

Wasserspiegellage mit Dammbreschen (Maximalwerte: MaxWSP)

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Wasserspiegellagen_ROH
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0.0 beziehungsweise 0.5 Meter
Bezeichnung	ROH_WSP_HQ0002.TIF ROH_WSP_HQ0010.TIF ROH_WSP_HQ0050.TIF ROH_WSP_HQ0100.TIF ROH_WSP_HQ0100_oHRB.TIF ROH_WSP_HQ0100_verklaust.TIF ROH_WSP_HQ1000.TIF
Typ	Raster: GEOTIFF

10.9.4 Ingenieurmäßig überarbeitete Wasserspiegellagen

Ingenieurtechnisch überarbeitete Wasserspiegellage

Rückgabestatus	Zu erstellen durch den Auftragnehmer
Speicherort	Verzeichnis: Wasserspiegellagen
Einheit	m NHN (DHHN2016, gerundet auf 2 Nachkommastellen)
Auflösung	0,5 x 0,5 Meter Raster; Zellmittelpunkte liegen auf 0,0 beziehungsweise 0,5 Meter
Bezeichnung	WSP_HQ0010.TIF WSP_HQ0050.TIF WSP_HQ0100.TIF WSP_HQ0100_oHRB.TIF WSP_HQ0100_verklaust.TIF WSP_HQ1000.TIF WSP_HWEXTREM.TIF
Typ	Raster: GEOTIFF

Anhänge

11. Mustergliederung für Schlussbericht (HWGK-GF)

Die Mustergliederung ist auf die Bearbeitung von gebietsweisen Fortschreibungen (HWGK-GF) ausgelegt. Eine Anwendung, zumindest teilweise, auch im Rahmen von anlassbezogenen Fortschreibungen (HWGK-AF) ist angeraten.

Für die Dokumentation des HN-Modellaufbaus sind die mit "*" gekennzeichneten Kapitel als Vorabzug zum PP03 vorab abzugeben. Es empfiehlt sich, den Bericht zu diesem Zeitpunkt bereits mit der kompletten Gliederung aufzubauen, aber nur die gekennzeichneten Kapitel zu befüllen. Für den Schlussbericht sind diese Kapitel gegebenenfalls zu aktualisieren und zu ergänzen.

11.1 Mustergliederung Bericht

- 1 *Veranlassung und Aufgabenstellung*

- 2 *Arbeitsgebietsbeschreibung*
 - 2.1 *Allgemeines*
 - 2.2 *Untersuchte Gewässer*
 - 2.3 *Gewässerpegel*
 - 2.4 *Städte und Gemeinden*
 - 2.5 *Vorhandene Hochwasserschutzanlagen*
 - 2.6 *Vorhandene Rückhaltebecken / Talsperren*
 - 2.7 *Verdolungsstrecken*
 - 2.8 *Besondere Bauwerke / Geometrien*
 - 2.9 *Gewässerabschnitte mit Berücksichtigung von Verklauungsansätzen*

- 3 * *Datengrundlagen HydTERRAIN / HydDGM, Gewässer und Schutzsysteme*
 - 3.1 * *Geländemodell HydTERRAIN / HydDGM*
 - 3.2 * *Modifizierungen des HydTERRAIN / HydDGM*
 - 3.3 * *Gewässernetz*
 - 3.4 *Gewässerprofile*
 - 3.5 *Alt- und Neuvermessungen*
 - 3.6 *Pflichtattribute im GPRO-Format*
 - 3.7 *Centerline (Gewässerachse)*
 - 3.8 *Flussschlauch (digitaler Gewässerschlauch)*
 - 3.9 *weitere Sachdaten / Geometriedaten*
 - 3.10 * *Rückhaltebecken / Talsperren*
 - 3.11 * *Schutzanlagen nach Gemeinden*
 - 3.11.1 * *Schutzanlagen Gemeinde X (Erfassungsgrundlage, Lage, Schutzgrade etc.)*
 - 3.11.2 * *Schutzanlagen Gemeinde Y (Erfassungsgrundlage, Lage, Schutzgrade etc.)*
 - 3.12 *Hochwassermarken / Aufzeichnungen abgelaufener Hochwasserereignisse*
 - 3.13 *Rasterkarten und Geodaten*
 - 3.14. * *Ergänzende Erläuterungen zur methodischen Bearbeitung, Kapitel 3 für den PP03*
 - 3.14.1 * *Modellaufbau*
 - 3.14.2 * *Centerline*
 - 3.14.3 * *Schutzanlagen*
 - 3.14.4 * *Ableitung des HydDGM aus dem HydTERRAIN*
 - 3.14.5 * *Aufteilung Stadtknoten*
 - 3.14.6* *... (gegebenenfalls erweitern durch den AN)*

- 4 *Hydrologie*

- 4.1 *Datengrundlagen / Datenquellen*
- 4.2 *Maßgebende Niederschlagsdauern / Dauerstufen*
- 4.3 *Hydrologische Längsschnitte*
- 4.4 *Ganglinien*
- 4.5 *Wirkungen von Rückhaltebecken / Talsperren (für alle Gewässer in Tabellenform)*
- 4.6 *HQ-Randbedingungen in Mündungsbereichen (für alle Gewässer in Tabellenform)*

- 5 *Hydraulische Berechnungen*
- 5.1 *Allgemeines*
- 5.2 *Untere Randbedingungen in Mündungsbereichen*
- 5.3 *Pegelmodell*
- 5.4 *HN-Modell*
- 5.4.1 * *Teilmodell 1 (Modellbeschreibung mit Übersichtskarte)*
- 5.4.1.1 * *Gewässer (Beschreibung mit Besonderheiten)*
- 5.4.1.2 * *Parameter und Vorgehensweise bei der Erstellung des HN-Modells*
- 5.4.1.3 * *Übernahme / Ergänzung der Vermessungsdaten beziehungsweise des DGM*
- 5.4.1.4 * *Berücksichtigung von Bauwerken*
- 5.4.1.5 * *Kennwerte des Berechnungsnetzes*
- 5.4.1.6 *Kontrollquerschnitte*
- 5.4.1.7 *Maßgebende Abflüsse (Text und Tabelle)*
- 5.4.1.8 *Kalibrierung des Modells / Pegelbezug und Hochwassermarken*
- 5.4.1.9 *Zuweisung von Rauheiten (Text und Tabelle)*
- 5.4.1.10 *Wasserspiegellagenberechnung*
- 5.4.1.11 *Dammbreschenberechnungen*
- 5.4.1.12 *Ermittlung der geschützten Bereiche*
- 5.4.1.13 *Überlastung von Bauwerken*
- 5.4.1.14 *Einarbeitung der Änderungen gemäß Meldungen aus FIS-HWRM*
- 5.4.1.15 *Besonderheiten*
- 5.4.2 * *Teilmodell 2 (Modellbeschreibung mit Übersichtskarte)*
- ...
- 5.5 *Ermittlung der Überflutungsausbreitung*
- 5.5.1 *Abgrenzung der Überflutungsausbreitung*
- 5.5.2 *Ermittlung der Fließtiefen*
- 5.5.3 *Abgrenzung der geschützten Bereiche*
- 5.5.4 *Korrekturansätze und Bereinigung der Flächenausbreitung (Grundsätze)*
- 5.5.5 *Berücksichtigung überbauter Flächen*

- 6 *Ergebnisübergabe und -darstellung*
- 6.1 *Überarbeitetes HydDGM / HydTERRAIN*
- 6.2 *Wasserspiegellage als Raster*
- 6.3 *Überschwemmungstiefen als Raster*
- 6.4 *Überschwemmungsausbreitungen als Vektoren*
- 6.5 *Geschützte Bereiche als Vektoren*
- 6.6 *Hydraulische Längsschnitte*
- 6.7 *Ergebnistabellen der Hydraulischen Berechnungen*
- 6.8 *Arbeitskarten*

- 7 *Vergleich der Ergebnisse der HWGK-Fortschreibung mit der HWGK-Ersterstellung*

- 8 *Anlagen*

- 9 *Literatur und verwendete Unterlagen*

11.2 Mustergliederung Modelldatenstruktur

Nach Abschluss der Arbeiten sind die Modelle an den Auftraggeber zu übergeben. Hierbei ist folgende Modelldatenstruktur einzuhalten, welche sich an die Datenstruktur der 2D-Modellergebnisse (siehe Kapitel 10.6.1) orientiert:

01_Teilmodell1_Gewässer

HQ0002

TM1_Gewaesser_0002_Dx_Nyyy

HQ0010

TM1_Gewaesser_0010_Dx_Nyyy

HQ0050

TM1_Gewaesser_0050_Dx_Nyyy

HQ0100

TM1_Gewaesser_0100_Dx_Nyyy

HQ0100_oHRB

TM1_Gewaesser_0100_oHRB_Dx_Nyyy

HQ0100_verklaust

TM1_Gewaesser_0100_verklaust_Dx_Nyyy

HQ01000

TM1_Gewaesser_1000_Dx_Nyyy

02_Teilmodell2_Gewässer

HQ0002

TM2_Gewaesser_0002_Dx_Nyyy

HQ0010

TM2_Gewaesser_0010_Dx_Nyyy

HQ0050

TM2_Gewaesser_0050_Dx_Nyyy

HQ0100

TM2_Gewaesser_0100_Dx_Nyyy

HQ0100_oHRB

TM2_Gewaesser_0100_oHRB_Dx_Nyyy

HQ0100_verklaust

TM2_Gewaesser_0100_verklaust_Dx_Nyyy

HQ01000

TM2_Gewaesser_1000_Dx_Nyyy

0z_Teilmodellz_Gewässer

HQz

TMz_Gewaesser_000z_Dx_Nyyy