

Moritz J. Weig GmbH & Co. KG



Werkserweiterung

Wasserwirtschaftliches Gutachten
zur Hochwasserneutralität gemäß § 78 WHG



Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Maria Trost 3, 56070 Koblenz
Telefon +49 261 8851-0, info@bjoernsen.de
November 2022, NiS/JR, WWG2219409

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Untersuchungsgebiet und Datengrundlage	2
2.1	Datengrundlage für die Modellerstellung	4
2.2	Hydrologische Verhältnisse	5
2.3	Modellverfahren	6
2.4	Vorgehensweise und Modellzustände	6
3	Referenzzustand	7
3.1	Erstellung der Geometrie des Netzes	7
3.2	Modellbetrieb und Randwerte	8
3.3	Sensitivitätsanalyse, Anpassung der Modellparameter und Modellvalidierung	8
4	Plan-Zustand (Verlegung der LSW und Einrichtung einer Logistikfläche)	13
4.1	Anpassung des Modells für den Plan-Zustand	13
4.2	Modellbetrieb	13
5	Ergebnisse	14
5.1	Überflutungsflächen-, Wasserstands- und Fließgeschwindigkeitsdifferenzen	14
5.2	Retentionsvolumendifferenz	16
5.3	Außerordentlicher Lastfall HQ_{extrem}	16
5.4	Retentionsraumausgleich	19
6	Hochwasserangepasstes Planen und Bauen	20

6.1	Bauvorsorge	20
6.1.1	Allgemeines	20
6.1.2	Projektspezifische Anmerkungen und Empfehlungen	21
6.2	Verhaltensvorsorge	22
6.2.1	Allgemeines	22
6.2.2	Projektspezifische Anmerkungen und Empfehlungen	23
7	Zusammenfassung und Fazit	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der drei geplanten Maßnahmenabschnitte (Fläche „Abwasserbehandlung“ beschreibt den Umgriff aus Planersicht; die Maßnahme selbst ist in der Kubatur deutlich kleiner)	3
Abbildung 2:	Abgrenzung des betrachteten Modellgebietes und Markierung des Untersuchungsgebietes im Nahfeld des Standorts der Fa. Weig	4
Abbildung 3:	Beispielausschnitt aus dem Berechnungsgitter mit Darstellung eines TIMIS-Profiles und Punkten der terrestrischen Vermessung gegenüber dem generierten Netz mit Höhen aus den ALS-Daten des Landes RIP; Vierecke: Flussschlauch aus TIMIS-Profilen	7
Abbildung 4:	Variabilität der Wasserstände mit den Rauheitsgrenzwerte (Sensitivitätsanalyse) und Wasserstände der Bestandsituation bei HQ ₁₀₀ (a) und HQ ₅ (b)	10
Abbildung 5:	Lage der Einengungen des Flussschlauchs im Verlauf der Nette zwischen dem Werksgelände und der geplanten Logistikfläche	11
Abbildung 6:	Differenz der Ausdehnung der offiziellen Überschwemmungsgebiete und der HQ ₁₀₀ -Anschlaglinie aus dem 2-d HN Modell	12
Abbildung 7:	Perspektivische Ansicht (10-fache vertikale Überhöhung) von OW auf die Abflussaufteilung zwischen Nette und Vorland im Bereich der flächigen Abweichungen der Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes	12
Abbildung 8:	Lage und Umgriff um die geplanten Maßnahmen (rot) sowie Verlauf der LSW im Bestand	13
Abbildung 9:	Überflutungsfläche HQ ₁₀₀ von Bestand und Plan-Zustand	14
Abbildung 10:	Differenzen der Wasserstände HQ ₁₀₀ (Plan-Zustand - Bestand)	15
Abbildung 11:	Differenzen der Fließgeschwindigkeiten HQ ₁₀₀ (Plan-Zustand - Bestand)	16
Abbildung 12:	Überflutungsfläche HQ _{extrem} von Bestand und Plan-Zustand	17
Abbildung 13:	Differenzen der Wasserstände HQ _{extrem} (Plan-Zustand - Bestand).	18
Abbildung 14:	Differenzen der Fließgeschwindigkeiten HQ _{extrem} (Plan-Zustand - Bestand)	18
Abbildung 15:	Retentionsraumbilanzen gegenüber dem Bestand in Abhängigkeit der Geländehöheabsenkung der 0-Variante der geplanten Logistikfläche	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Datengrundlage	5
Tabelle 2:	Hydrologische Kennwerte aus den TIMIS Daten	5
Tabelle 3:	Stützstellen der UW-Randbedingung (w-Q-Beziehung) bei Nette-km 31,3838	
Tabelle 4:	Fließwiderstandsbeiwerte des validierten Modells sowie der Grenzwerte aus der Sensitivitätsanalyse; tatsächlich variiert wurden nur die Klassen, für welche eine Benetzung durch ein Nettehochwasser infolge der Simulationsergebnisse angezeigt war	9

Verwendete Unterlagen

- [1] Bundesrepublik Deutschland: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG). Fassung vom 31.07.2009, letzte Änderungen 20. Juli 2022.
- [2] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK): Merkblatt BWK-M1. Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern. Teil 1: Stationäre Berechnung der Spiegellinie unter besonderer Berücksichtigung von Bewuchs- und Bauwerkseinflüssen. Sindelfingen 2009.
- [3] LAWA (2004): Instrumente und Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen, im Auftrag der Umweltministerkonferenz, Düsseldorf.
- [4] MLU LSA (2003): Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2010. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Sachsen-Anhalt (MLS LSA), Magdeburg.
- [5] Cassel-Gintz, M.; Gretzschel, M.; Jüpner, R. (2010): Einführung in die Bauvorsorge - Hochwasserangepasstes Planen und Bauen. FLOW MS – Aktion 2, Kompetenzzentrum "Hochwassermanagement und Bauvorsorge", KLIFF – Kaiserslautern Institute for Flood Management & River Engineering, Universität Kaiserslautern.
- [6] BMVBS (2013): Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG (nachfolgend Fa. Weig) plant aus betrieblichen und logistischen Gründen die Erweiterung des Werks an der Nette in Mayen. Das Planungsareal liegt im festgesetzten Überschwemmungsgebiet der Nette. Die vorgesehenen Maßnahmen sind die Verlegung der Nette-seitigen Lärmschutzwand (LSW) in Richtung des Flusses, die Einrichtung einer Logistikfläche auf einer bislang brach liegenden Fläche stromabwärts der Nette und die Umgestaltung der Abwasserbehandlung.

Für die Werkserweiterung ist ein zweistufiges Verfahren erforderlich, da zunächst der Bebauungsplan geändert und anschließend die eigentlichen Objekte beantragt werden müssen. Grundsätzlich untersagen das „Wasserhaushaltsgesetz“ [1] bauliche Maßnahmen in festgesetzten Überschwemmungsgebieten (vgl. [1], § 78 Absatz 1).

Bzgl. des Bebauungsplanes kann gemäß Absatz 2 ausnahmsweise abgewichen werden, „[...]“, wenn:

1. keine anderen Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung bestehen oder geschaffen werden können,
2. das neu auszuweisende Gebiet unmittelbar an ein bestehendes Baugebiet angrenzt,
3. eine Gefährdung von Leben oder Gesundheit oder erhebliche Sachschäden nicht zu erwarten sind,
4. der Hochwasserabfluss und die Höhe des Wasserstandes nicht nachteilig beeinflusst werden,
5. die Hochwasserrückhaltung nicht beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum umfang-, funktions- und zeitgleich ausgeglichen wird,
6. der bestehende Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt wird,
7. keine nachteiligen Auswirkungen auf Oberlieger und Unterlieger zu erwarten sind,
8. die Belange der Hochwasservorsorge beachtet sind und
9. die Bauvorhaben so errichtet werden, dass bei dem Bemessungshochwasser nach § 76 Absatz 2 Satz 1, das der Festsetzung des Überschwemmungsgebietes zugrunde liegt, keine baulichen Schäden zu erwarten sind.“

Bzgl. der „Errichtung oder Erweiterung einer baulichen Anlage“ kann eine Ausnahme gemäß Absatz 5 erteilt werden, „wenn das Vorhaben:

1. die Hochwasserrückhaltung [...] nur unwesentlich beeinträchtigt und der Verlust von [...] verloren gehendem Rückhalteraum umfang-, funktions- und zeitgleich ausgeglichen wird,
2. den Wasserstand und den Abfluss bei Hochwasser nicht nachteilig verändert,
3. den bestehenden Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt und
4. hochwasserangepasst ausgeführt wird.“

Zur Realisierung des Bauvorhabens wird daher im Rahmen des vorliegenden wasserwirtschaftlichen Gutachtens die Unbedenklichkeit der Maßnahme im Zusammenhang mit dem Hochwassergeschehen der Nette betrachtet. Ausgenommen hiervon sind die Punkte 1 und 2 des Absatzes 2 aus dem gleichen Paragraphen, die im Rahmen der Planung separat zu betrachten bzw. nachzuweisen sind.

Konkret dient das vorliegende wasserwirtschaftliche Gutachten als Nachweisdokumentation zur Hochwasserneutralität der geplanten Maßnahme. Betrachtet wird (1.) der Eingriff generell vor dem Hintergrund der Modifikation des Bebauungsplanes sowie (2.) die Errichtung des konkreten Bauvorhabens auf den Flächen mit Planungsstand 09/2022.

Der Nachweis wird mit Hilfe eines 2-dimensionalen hydrodynamisch-numerischen (2-d HN) Strömungsmodells für einen ausreichend langen Abschnitt der Nette durchgeführt. Das Modell bildet die Bestandssituation sowie die geplante Situation für ein Hochwasser mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von $p = 0,01$ (HQ_{100}) ab. Anhand der Differenzen zwischen den Ergebnissen der Bestandssituation und der geplanten Situation werden die Auswirkungen analysiert und quantitativ bewertet. Der Nachweis der Retentionsraumneutralität wird iterativ hydrodynamisch durch Einbindung der Geländemodifikation geführt.

2 Untersuchungsgebiet und Datengrundlage

Das Planungsareal zwischen Nette-km 33,968 und Nette-km 34,811 berührt das festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Nette. Die vorgesehenen Maßnahmen, auf der Abbildung 1 dargestellt, sind:

- Die Verlegung der Lärmschutzwand (LSW) in Richtung der Nette. Der neue Standort der LSW überschneidet das HWGK Überschwemmungsgebiet HQ_{100} leicht, ist dabei strömungsgünstig an die Form der Nette angepasst.
- Die Einrichtung einer Logistikfläche auf einer brach liegenden Fläche stromabwärts des Werksgeländes. Aus hydrodynamischer Sicht ist an dieser Stelle die Einebnung und Nettovolumenänderung des Geländes sowie der Abbau des ehemaligen Reiterhofgebäudes zu betrachten. Der Ausgleich eines potentiell nötigen Retentionsraumausgleichs ist dort planungsintegriert möglich.
- Umverlegung der Kaskade (Abwasserbehandlung) am Rand des Überschwemmungsgebietes. Der theoretische Eingriff in das Überschwemmungsgebiet beträgt ca. $0,6 \text{ m}^3$. Die Maßnahme hat keine hydrodynamische Wirkung. Der mögliche Retentionsraumverlust ist in den Unsicherheiten bei der Betrachtung der anderen beiden Abschnitte bereits enthalten. Die Maßnahme kann aufgrund der Geringfügigkeit der Wirkung im hydrodynamischen Strömungsmodell nicht seriös berücksichtigt werden.

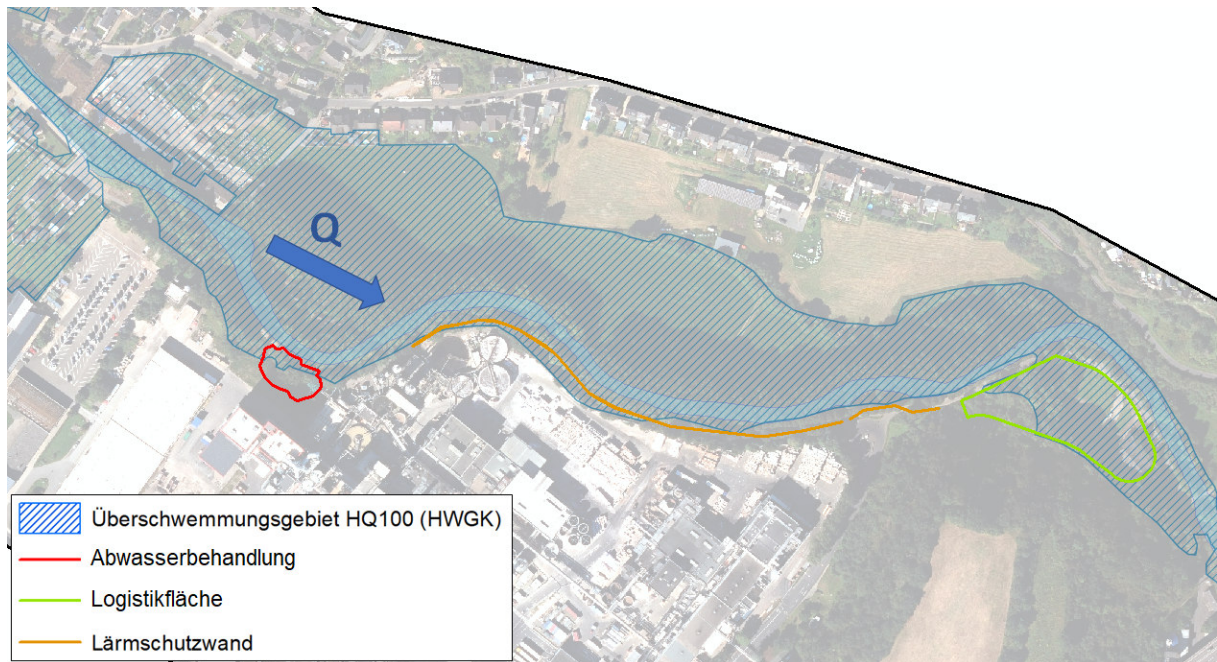


Abbildung 1: Lage der drei geplanten Maßnahmenabschnitte (Fläche „Abwasserbehandlung“ beschreibt den Umgriff aus Planersicht; die Maßnahme selbst ist in der Kubatur deutlich kleiner)

Der Umfang des Modells erstreckt sich Nette-km 31,383 bis Nette-km 36,035 (vgl. Abbildung 2). Die Randbedingung (RB) im Unterwasser (UW) wird mit rd. 2,5 km Entfernung zum Werksgelände der Fa. Weig weit genug flussabwärts definiert, so dass Unsicherheiten keinen Einfluss auf das Untersuchungsgebiet haben.

Im Falle des Eintretens des Bemessungshochwassers HQ₁₀₀ erstreckt sich die Überflutungsfläche im Bereich des Werksgeländes hauptsächlich über die orografisch linke Seite der Nette. An der Grenze dieser Fläche sind Wohnhäuser zu sehen (vgl. Abbildung 2). Der Bereich der geplanten Logistikfläche ist auch durch das Bemessungshochwassers HQ₁₀₀ betroffen.

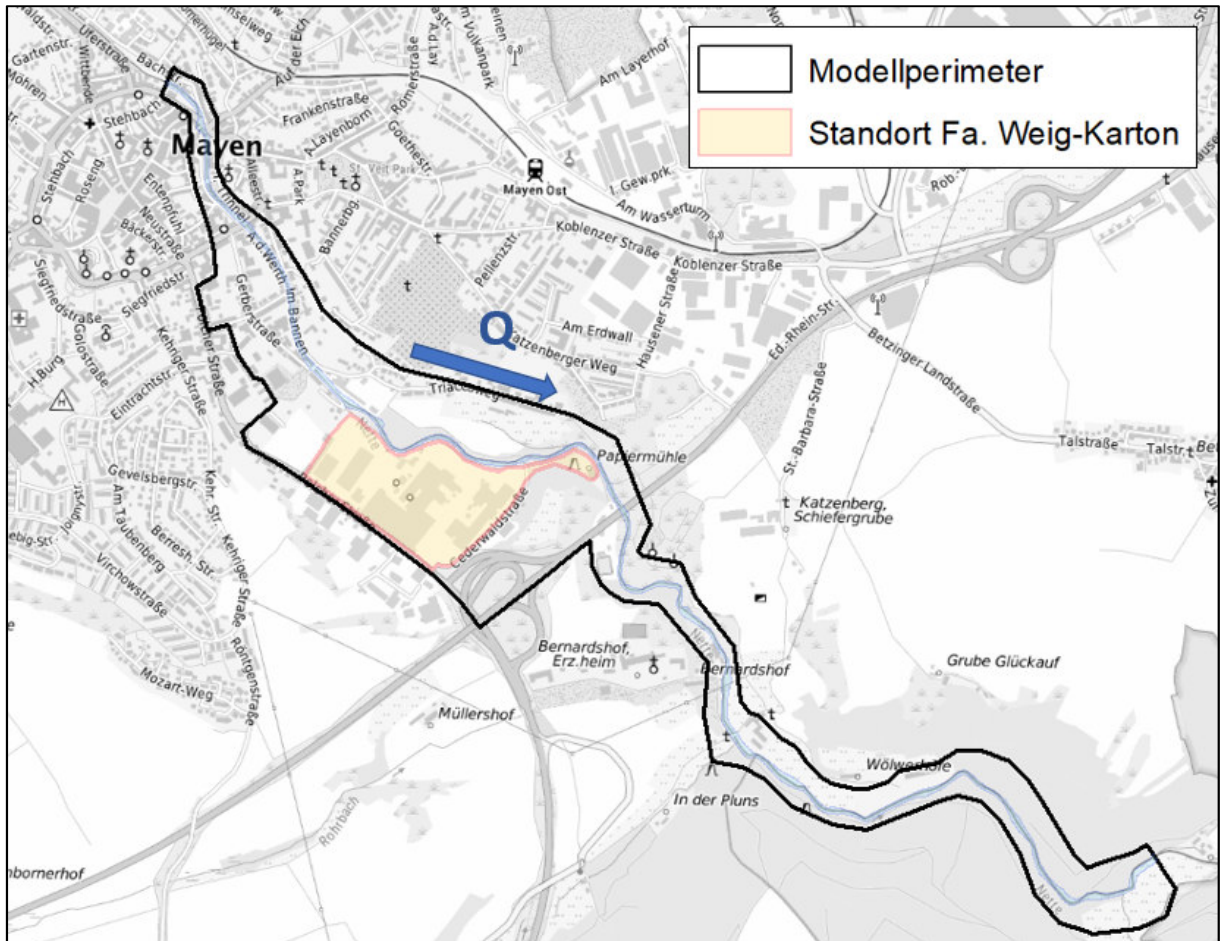


Abbildung 2: Abgrenzung des betrachteten Modellgebietes und Markierung des Untersuchungsgebietes im Nahfeld des Standorts der Fa. Weig

2.1 Datengrundlage für die Modellerstellung

Das Strömungsmodell wird auf der Basis der in der Tabelle 1 aufgeführten Daten neu erstellt. Für den Aufbau der kombinierten Bathymetrie und Topographie werden vier verschiedenen Datensätze (TIMIS Profile; eine terrestrische Vermessung; ALS-Daten des RLP, dargereicht als ALS-Punktwolke und aggregierte Raster-DGM) auf Konsistenz geprüft. Der Vergleich zeigt eine gute Übereinstimmung, was den Aufbau eines topologisch schlüssigen Strömungsmodells ohne erhebliche Höhenmodifikationen erlaubt. Die Gebäudeumrisse werden mit Hilfe von Orthofotos überprüft und gegebenenfalls angepasst. Details wurden im Rahmen einer Ortsbegehung validiert und punktuell nachgemessen.

Tabelle 1: Datengrundlage

Beschreibung	Datenherkunft	Aktualität
TIMIS Profile (enthalten Wasserstände und Abflüsse: HQ ₅ , HQ ₁₀ , HQ ₂₅ , HQ ₅₀ , HQ ₁₀₀ und HQ _{extrem})	SGD Nord ¹⁾	2008
Terrestrische Vermessungsdaten	Fa. Weig	2022
ALS-Daten (Objekte / Gelände)	LVernGeo RP ²⁾	
DGM 1x1	LVernGeo RP ²⁾	
Landnutzung ATKIS und ALKIS	LVernGeo RP ²⁾	
Gebäude Umriss	OSM RLP ³⁾	06/2022; Zugriff: 28.07.2022
Bauwerksdaten	LfU DataScout ⁴⁾	
Orthofotos	LVernGeo RP ²⁾	
Planungsdaten CAD-Unterlagen	BHM Ingenieure GmbH	2022
Fotos vor Ort	BCE ⁵⁾	2022
Nachvermessung	BCE ⁵⁾	2022

1) Struktur – und Genehmigungsdirektion Nord

2) Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland Pfalz

3) OpenStreetMap Rheinland Pfalz

4) Landesamt für Umwelt - Rheinland Pfalz

5) Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

2.2 Hydrologische Verhältnisse

Die hydrologischen Kennwerte stammen aus den 1-dimensionalen hydraulischen Wasserspiegellinienberechnungen, die bei der Ermittlung der amtlichen Überschwemmungsgebietsgrenzen verwendet wurden. Sie sind mit den TIMIS Profildaten verzeichnet. Enthalten sind Wasserstände und Abflüsse (HQ₅, HQ₁₀, HQ₂₅, HQ₅₀, HQ₁₀₀ und HQ_{extrem}).

Für das vorliegende Gutachten ist die Grundlage für die Überschwemmungsgebiete ein Hochwasserabfluss HQ₁₀₀. Für die Validierung des Modells werden aber alle verfügbaren Abflüsse benutzt. Festzuhalten ist eine Abflussänderung bei Nette-km 32,837. Diese Änderung zeigt einen lateralen Zufluss. In der Tabelle 2 sind alle verfügbaren Hochwasserabflüsse für den Zuflussrand im Nette-Oberwasser (OW) sowie am lateralen Zuflussrand aufgeführt.

Tabelle 2: Hydrologische Kennwerte aus den TIMIS Daten

Bezeichnung	Station [Nett-km]	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₅	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ _{extrem}
[m³/s]							
Nette-OW	36,0348	28,6	33,6	40,5	45,4	49,9	64,4
Lateraler Zufluss	32,8365	0,3	0,6	0,9	1,2	1,4	1,8

2.3 Modellverfahren

Für die Berechnungen wird die Strömungsmodell-Software *HydroAS* (Hydrotec) benutzt. Mit HydroAS werden die 2-dimensionalen (2-d) tiefengemittelten Flachwassergleichungen (FWG) gelöst. Grundlage sind die dreidimensionalen Navier-Stokes Gleichungen (NSG) für inkompressible, isotrope Medien. Aufgrund der Annahme, dass die vertikale Ausdehnung des Strömungsgebietes wesentlich kleiner ist als die horizontale, können vertikale Impulskomponenten vernachlässigt und eine hydrostatische Druckverteilung angenommen werden. Daraus resultierend werden die NSG mittels Zeitmittelung nach Reynolds und Tiefenintegration in die 2-d tiefengemittelten FWG überführt. Diese nichtlinearen Differentialgleichungen werden mittels einer Kombination der Finiten Volumen Methode (FVM) und Finite Differenzen Methode (FDM) gelöst.

Für das Preprocessing wird das Modul Kalypso1D/2D des Open Source Programmpaketes KALYPSO (<http://kalypso.bjoernsen.de/>, <http://www.sf.net/projects/kalypso>, Eigenentwicklung BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH) verwendet. Das Preprocessing umfasst

- die profilbasierte Erstellung eines Berechnungsgitters für den Flussschlauch,
- die Gittergenerierung auf Basis von Dreiecken für das Vorland unter Berücksichtigung der Topographie,
- die Einbindung von Fließwiderständen auf der Basis von hydraulischen Rauheitsparametern (Für die Anwendung von HydroAS sind Strickler-Beiwerte zu definieren),
- die Definition von Bauwerksparametern (hier: Brücken).

Die Auswertung der Ergebnisse wird mit der Geoinformationssystem Software ArcGIS-Desktop (Esri) durchgeführt.

2.4 Vorgehensweise und Modellzustände

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten wird das Modell für die Bestandssituation aufgebaut. Dieses entspricht der aktuellen Situation der Nette. Anschließend wird das Modell anhand der Wasserstandsangaben aus den TIMIS-Daten validiert.

Der Plan-Zustand setzt sich zusammen aus der verlagerten LSW und der geplanten Logistikfläche. Die Komponenten beider Zustände werden in das Berechnungsgitter integriert. Die Geometrien beider Zustände (Bestand und Plan-Zustand) werden von Beginn an bei der Modellierung berücksichtigt. Dadurch kann der Plan-Zustand allein durch Anpassung der Knotenhöhen, Fließwiderstandsbeiwerte und Veränderung der aktiven Fließzonen (zur Abbildung von undurchströmbaren Bauteilen) umgesetzt werden. Somit werden beide Zustände mit dem lagegleichen Berechnungsgitter simuliert. Beim Vergleich der Ergebnisse wird demnach fast ausschließlich die Änderung infolge der Planung betrachtet. Der Einfluss durch ein verändertes Berechnungsgitter wird minimiert.

3 Referenzzustand

3.1 Erstellung der Geometrie des Netzes

Der Flussschlauch wird auf der Grundlage der TIMIS Profile sowie der Uferlinie, abgeleitet aus den terrestrischen Vermessungsdaten, erstellt. Das Vorland wird so hergestellt, dass alle Gebäudeumgriffe, die Landnutzung, die LSW (sowohl im Bestand, als auch im Plan-Zustand), die geplante Logistikfläche und die Geländebruchkanten im Berechnungsgitter berücksichtigt werden. Zur punktweisen Verifizierung und Erweiterung der Daten wurden im Rahmen der Ortsbegehung eine punktuelle Nachvermessung zur Überprüfung einzelner Aspekte (z. B. Bauwerksunterkanten) durchgeführt. Die Höhe des Vorlandes wird aus den ALS-Daten im Netz übertragen.

Gebäude werden als nicht durchströmbare Flächen („Löcher“) im Strömungsmodell berücksichtigt. Die Bauwerke werden mit Hilfe von Bauwerksdaten des Landes RLP (DataScout, LfU) und der erwähnten Nachvermessung parametrisiert. Die bestehende LSW wird im Modell durch Deaktivierung der entsprechenden Zellen des Gitters (analog zu Gebäuden) dargestellt. Die Sohlrauheiten ergeben sich aus der Landnutzung. Die Werte werden anhand der Ortsbegehung und Orthofotos validiert.

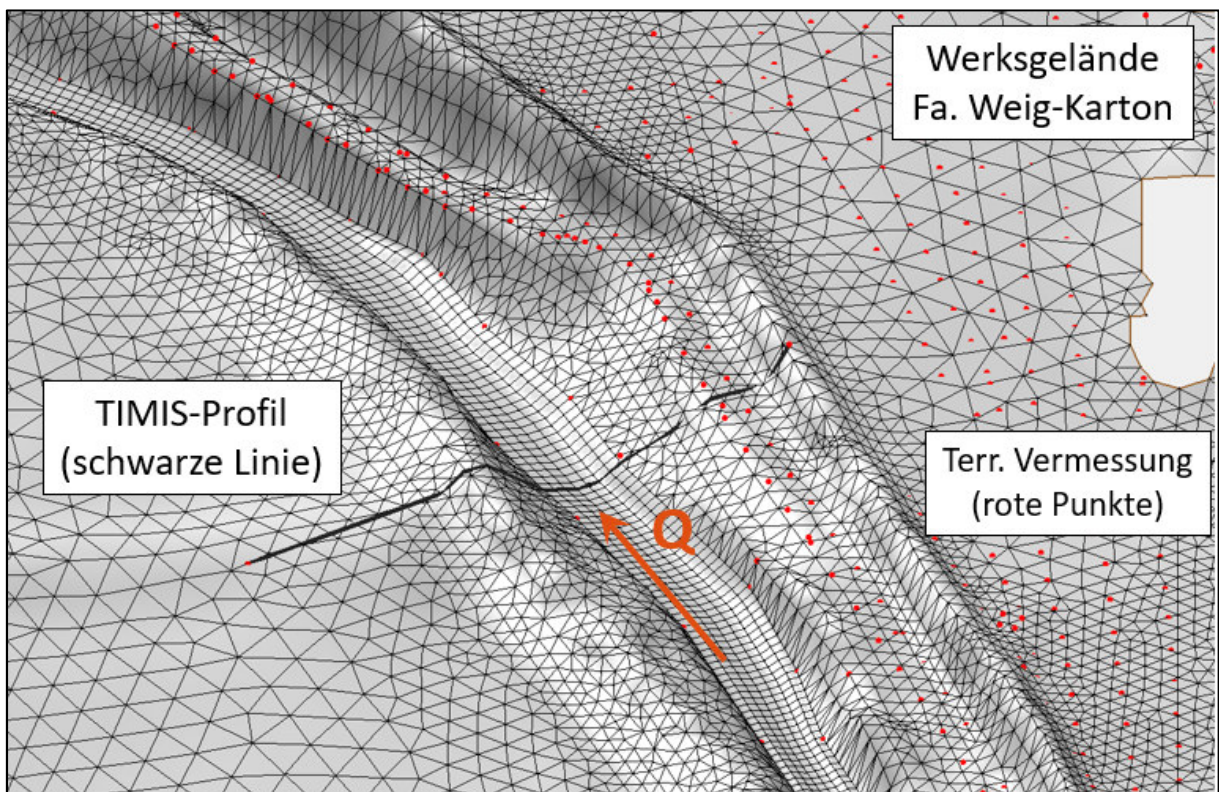


Abbildung 3: Beispielausschnitt aus dem Berechnungsgitter mit Darstellung eines TIMIS-Profiles und Punkten der terrestrischen Vermessung gegenüber dem generierten Netz mit Höhen aus den ALS-Daten des Landes RLP; Vierecke: Flussschlauch aus TIMIS-Profilen

3.2 Modellbetrieb und Randwerte

Als maßgeblicher Lastfall wird ein Hochwasserereignis HQ_{100} berücksichtigt und modelliert. Für die Validierung werden aber alle verfügbaren Hochwasserereignisse betrachtet (siehe Abbildung 3). In allen Fällen werden die Situationen stationär simuliert.

HydroAS ist so implementiert, dass grundsätzlich Anfangs-Randwertprobleme, also instationäre Fragestellungen, gelöst werden. Zur Erreichung quasi-stationärer Bedingungen wird für jeden Lastfall eine Dauer von $T = 12$ h simulierter Zeit berechnet. Dieser Zeitraum schließt jeweils an eine Anlaufphase an, in welcher die Randwerte auf die Zielgrößen sukzessive gesteigert werden. Damit wird erreicht, dass instationäre Effekte (Schwingen) aus den Modellergebnissen eliminiert sind. Auszuwerten ist der geschriebene Ergebnisdatensatz des letzten Zeitpunktes des simulierten Zeitraumes („letzter Zeitschritt“).

Am UW-Modellrand wird eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung (w-Q-Beziehung) angesetzt. Diese wird mit Hilfe des Profildatensatzes bei Nette-km 31,382 aus den TIMIS Daten erstellt. Die Werte sind in der Tabelle 3 zusammen gefasst.

Tabelle 3: Stützstellen der UW-Randbedingung (w-Q-Beziehung) bei Nette-km 31,383

	Abfluss [m³/s]	Wasserstand [m ü. NHN]
HQ₅	28,91	204,60
HQ₁₀	34,13	204,69
HQ₂₅	41,45	204,81
HQ₅₀	46,54	204,88
HQ₁₀₀	51,36	204,95
HQ_{extrem}	66,18	205,14

3.3 Sensitivitätsanalyse, Anpassung der Modellparameter und Modellvalidierung

Als Grundlage für die Validierung werden die TIMIS-Daten benutzt. Die Rauheitswerte werden iterativ variiert bis die Wasserstände des Modells den Wasserständen der TIMIS-Daten so gut wie möglich entsprechen.

Zuerst wird das Modell mit Grenzwerten berechnet, d. h. mit Rauheitsbeiwerten, die sehr hoch und sehr niedrig aber noch im sinnvollen Bereich liegen. Auf diese Weise lässt sich die Schwankungsbreite des Wasserstands im Verhältnis zu den Rauheitswerten erfassen. Anschließend werden die Werte in weiteren Rechenläufen innerhalb der Grenzwerte weiter angepasst, bis eine möglichst gute Übereinstimmung mit den TIMIS-Daten erreicht wird. In der Tabelle 4 sind die Grenzwerte und die für die weitere Untersuchung angewendeten Fließwiderstandsbeiwerte im Bestand aufgeführt.

Tabelle 4: Fließwiderstandsbeiwerte des validierten Modells sowie der Grenzwerte aus der Sensitivitätsanalyse; tatsächlich variiert wurden nur die Klassen, für welche eine Benetzung durch ein Nettehochwasser infolge der Simulationsergebnisse angezeigt war

Rauheitskategorie	Obere Grenze („rau“) $K_{st} [m^{1/3}/s]$	Validiertes Modell $K_{st} [m^{1/3}/s]$	unter Grenze („glatt“) $K_{st} [m^{1/3}/s]$
Bauwerk oder Anlage für Industrie und Gewerbe	30	30	30
Begleitfläche	20	20	20
Böschung	13	22	25
Fläche besondere funktionale Prä- gung	25	25	25
Fläche gemischte Nutzung	25	25	25
Gartenland	20	20	20
Gehölz	8	20	20
Gewässer	30	35	38
Gewerbegebiet	30	30	30
Landwirtschaft	22	22	22
Sport Freizeit Erholungsfläche	20	20	20
Verkehrsfläche	40	40	40
Wald	13	18	22
Wohnbaufläche	36	36	40

Die Ergebnisse zeigen, dass das Modell bei kleineren Hochwasserereignisse stärker auf Rauheitsänderung reagiert. In Abbildung 4, ist die Variabilität der Wasserstände infolge der angewendeten Rauheitsgrenzwerte dargestellt. Die Variabilität ist für die Hochwasserereignisse HQ_{100} und HQ_5 dargestellt. Die Wasserstände des als valide verwendeten 2-d HN Modells, nach der Anpassung der Parameter, sind ebenfalls in der Abbildung 4 für den Bereich des Werksgeländes zu sehen.

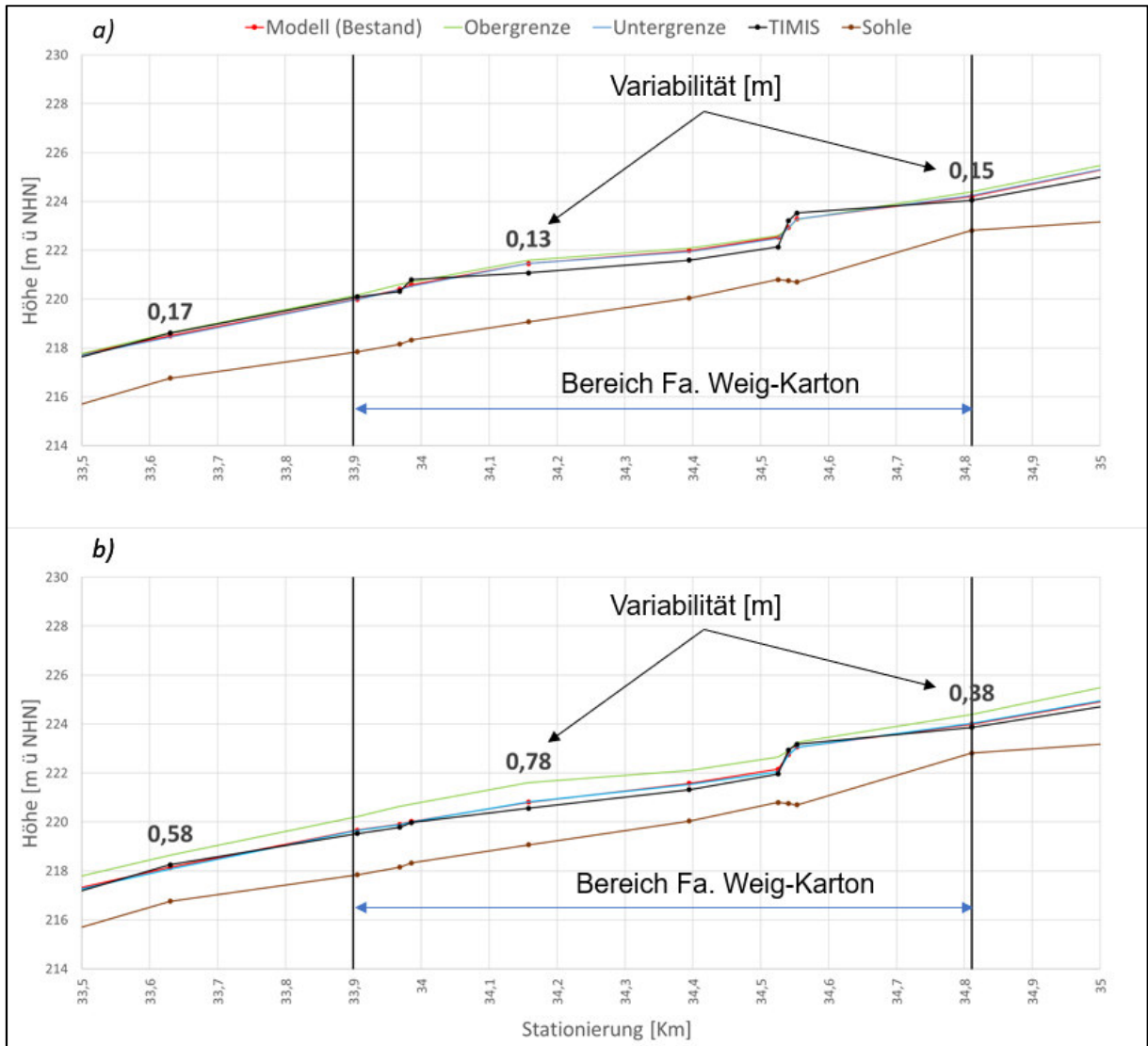


Abbildung 4: Variabilität der Wasserstände mit den Rauheitsgrenzwerte (Sensitivitätsanalyse) und Wasserstände der Bestandsituation bei HQ₁₀₀ (a) und HQ₅ (b)

Im Bereich des Betriebsgeländes zwischen Nette-km 34,000 und Nette-km 34,500 ist eine Überschätzung der Wasserstände im Vergleich zu den TIMIS Ergebnissen unabhängig von der Parametrisierung angezeigt (vgl. Abbildung 4). Dabei ist eine bessere Approximation der TIMIS-Wasserspiegellage für häufigere Hochwasserereignisse möglich als für den Fall HQ₁₀₀. Weil die TIMIS-Wasserstände mittels 1-d Berechnung ermittelt wurden, sind longitudinale Änderungen zwischen den zugrunde liegenden Profilen nicht berücksichtigt. Im vorliegenden Fall befinden sich an den Positionen der mit dem 2-d HN Modell errechneten höheren Wasserstände zwei Gewässereinengungen (vgl. Abbildung 5), welche u. a. als Ursache für die lokalen Wasserstandsdifferenzen anzuführen sind. Auch die Uferrehne bei Nette-km 34,160 stellt eine Einengung dar, die im 2-d HN Modell erfasst und in der 1-d Betrachtung bei gegebener Profilkonfiguration nicht erfasst wird. Auch wenn die Bathymetrie des Flussschlauches auf den TIMIS-Profilen basiert, konnte der Effekt durch die Ortsbegehung sowie die terrestrische Vermessung identifiziert und im 2-d HN Modell berücksichtigt werden.

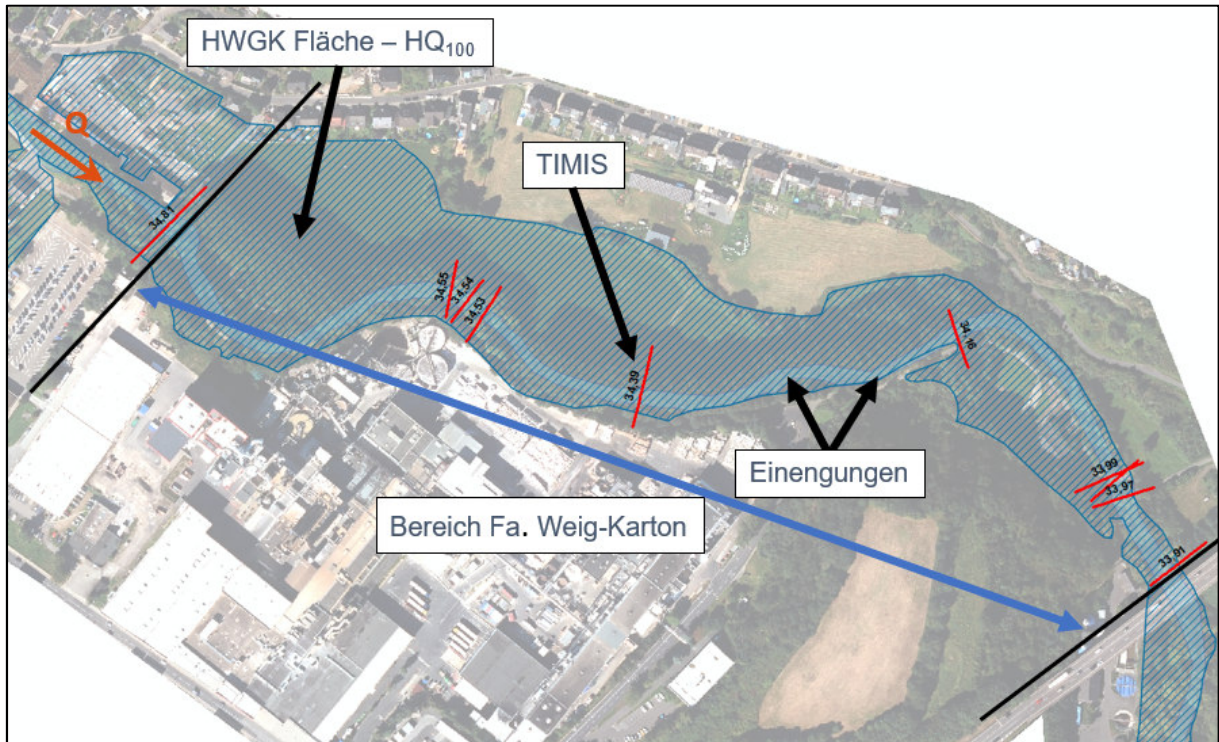


Abbildung 5: Lage der Einengungen des Flussschlauchs im Verlauf der Nette zwischen dem Werksgelände und der geplanten Logistikfläche

Unterschiede ergeben sich weiterhin aus dem Vergleich der offiziellen Grenzen der Überschwemmungsgebiete sowie der mit dem 2-d HN Modell ermittelten Anschlaglinie für den HQ₁₀₀-Fall (vgl. Abbildung 6). Die Differenz resultiert wiederum aus dem verwendeten Approximationsgrad der unterschiedlichen zugrunde liegenden Modelle. Bei einem 1-d Modell werden die Überflutungsflächen aus der Extrapolation der berechneten Wasserspiegel von der Gewässerachse auf das Vorland gebildet. Zudem werden die offiziellen Überschwemmungsgebiete an die Flurstücksgrenzen in der Nachbearbeitung angepasst. Das eigentliche Fließverhalten des Wassers auf dem Vorland wird u. U. nicht adäquat abgebildet. Dem gegenüber werden in einem 2-d HN Modell Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten räumlich verteilt ermittelt und damit die Hydrodynamik umfassend berücksichtigt. In Abbildung 6 ist dieser flächige Unterschied zwischen den 1-d und 2-d HN Modellen mit dem rot markierten Bereich hervorgehoben. In diesem Bereich ist der mit dem 2-d HN Modell ermittelte Wasserstand zwischen 0,5 m und 0,9 m niedriger als im Hauptlauf der Nette (Vergleich von Punkten auf derselben Linie senkrecht zur Flussachse). Die Verringerung des Wasserstandes ist durch eine lokale Beschleunigung auf dem Vorland zu erklären und auf der Abbildung 7 zu sehen.

In Abbildung 6 ist auch die Lücke in der Überflutungsfläche in den Ergebnissen des 2-d HN Modells zu erkennen, entgegen der vollflächigen Markierung des offiziellen Überschwemmungsgebietes. Der Unterschied ist darauf zurück zu führen, dass bei der Erstellung letzterer solche Lücken geschlossen werden, um eine rechtlich eindeutige Betroffenheit zu definieren. Der Lückenschluss hat keine hydrodynamische Begründung.

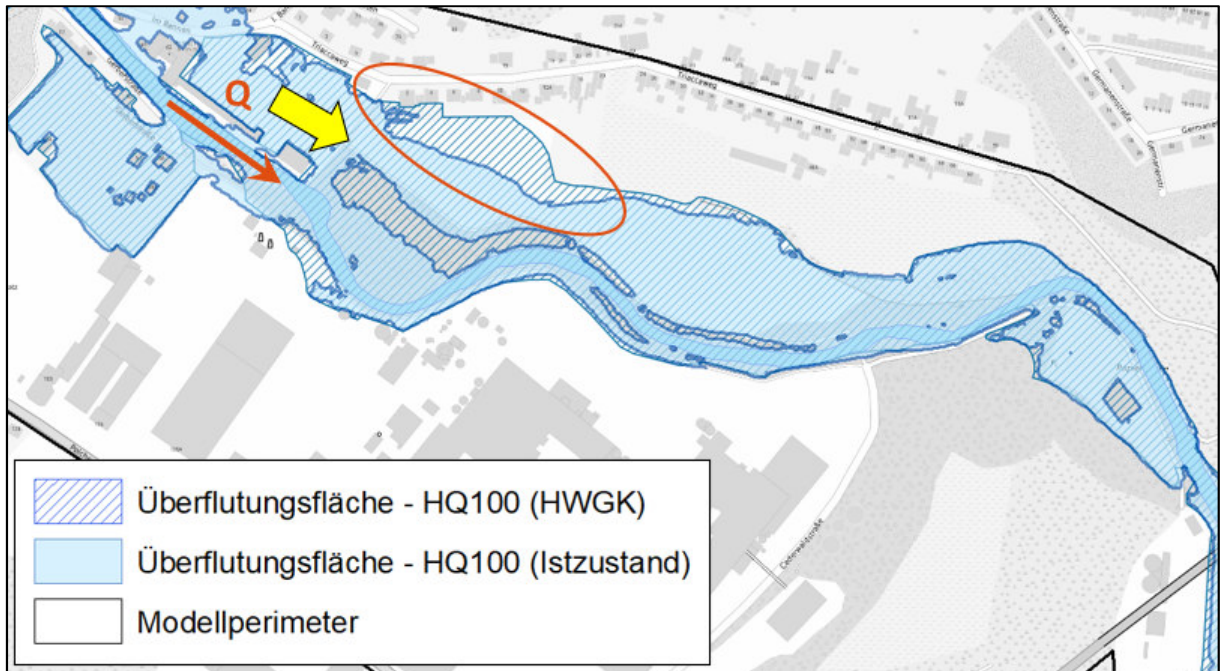


Abbildung 6: Differenz der Ausdehnung der offiziellen Überschwemmungsgebiete und der HQ₁₀₀-Anschlaglinie aus dem 2-d HN Modell

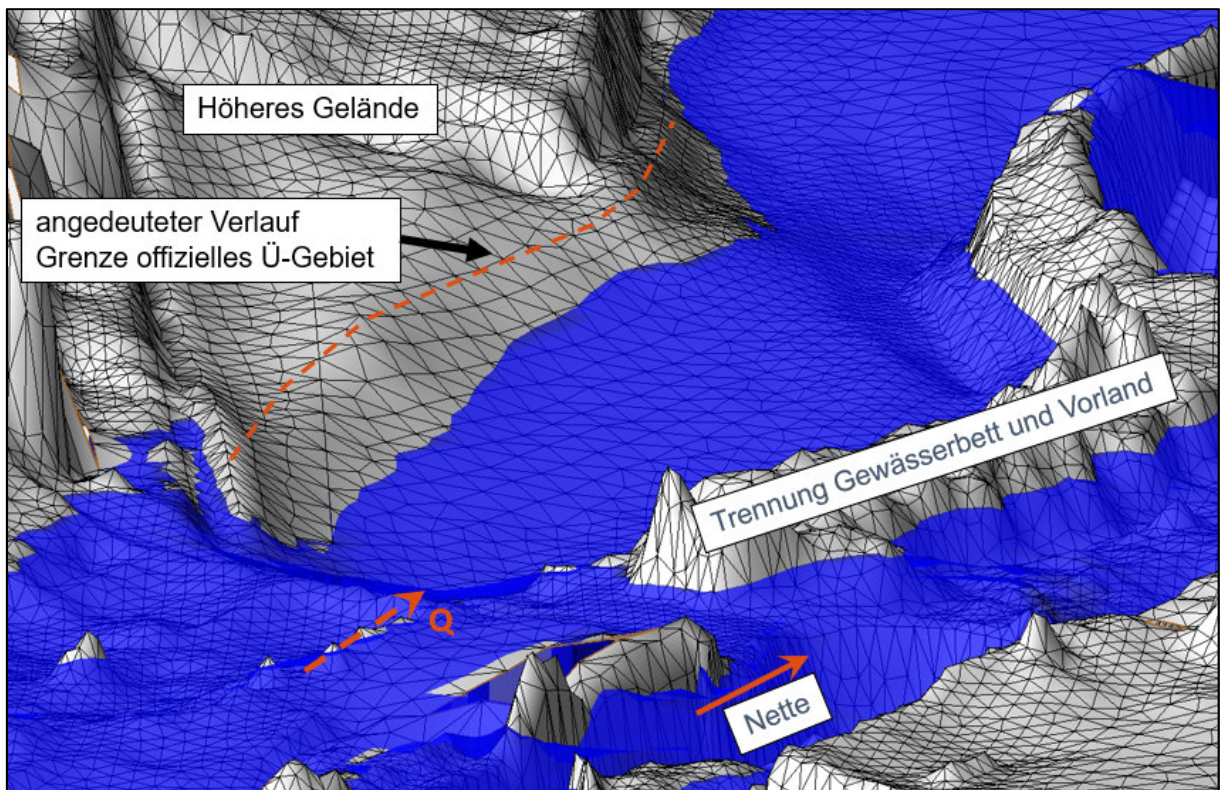


Abbildung 7: Perspektivische Ansicht (10-fache vertikale Überhöhung) von OW auf die Abflussaufteilung zwischen Nette und Vorland im Bereich der flächigen Abweichungen der Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes

4 Plan-Zustand (Verlegung der LSW und Einrichtung einer Logistikfläche)

Geplant ist die Verlegung der LSW in Richtung der Nette und die Einrichtung einer Logistikfläche (vgl. Abbildung 8). Im Gebiet der geplanten Logistikfläche befindet sich im Bestand ein Gebäude, welches im Planungszustand zurückgebaut werden soll. Diese Lücke im Bestandsmodell wird für die Simulation des Planzustandes geschlossen. Die restlichen Anpassungen erfolgen durch Höhenanpassungen im Gitternetz sowie Anpassung der Fließwiderstandsbeiwerte.

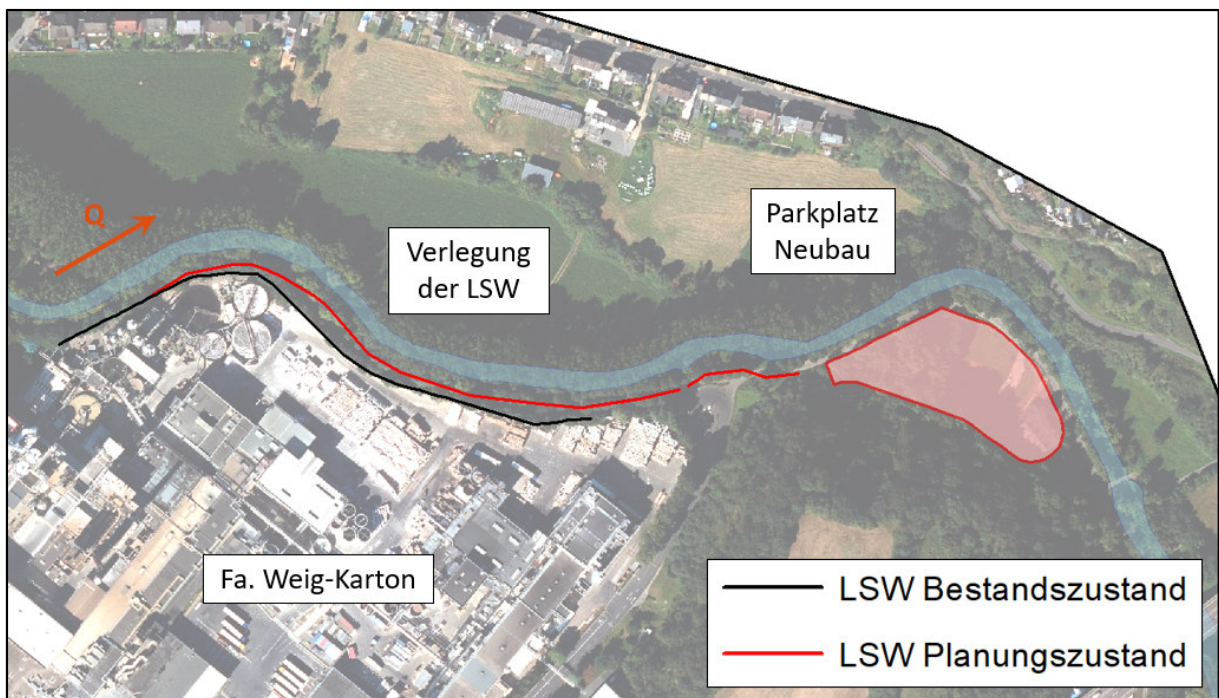


Abbildung 8: Lage und Umgriff um die geplanten Maßnahmen (rot) sowie Verlauf der LSW im Bestand

4.1 Anpassung des Modells für den Plan-Zustand

Die Geometrien der Planung werden aus den vom BHM Ingenieure GmbH zur Verfügung gestellten Daten entnommen. Die neue Standort der LSW wurde im Modell durch Reaktivierung (Modellelemente LSW alt) und Deaktivierung (Modellelemente LSW neu) der jeweiligen Zellen abgebildet (vgl. Abbildung 8). Die Höhe der Logistikfläche wird ebenfalls angepasst.

4.2 Modellbetrieb

Der Modellbetrieb erfolgt analog zum Modell des Bestands (vgl. Abschnitt 3.2). Die Randwerte ändern sich nicht. Die gültigen Werte sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

5 Ergebnisse

Ziel der Modellierung ist der Nachweis, dass infolge der geplanten Maßnahmen keine Verschlechterung der HQ_{100} Hochwassersituation eintritt. Der Nachweis beinhaltet auch die Optimierung bzw. Ausgleichsmaßnahmen für Retentionsraumverluste. Dafür sind Vergleiche der Überflutungsflächen, der Wasserstand, der Fließgeschwindigkeiten und des Gesamtvolumens zwischen Bestand und Plan-Zustand notwendig.

5.1 Überflutungsflächen-, Wasserstands- und Fließgeschwindigkeitsdifferenzen

Auf der Abbildung 9 sind die berechneten Überflutungsflächen von sowohl der Bestandsituation als auch vom Planungszustand zu sehen. Es wird deutlich, dass die Differenz der Ausdehnungen der Überflutungsflächen punktuell auf die Planungsbereiche beschränkt ist. Ein Unterschied entsteht durch die Verschiebung der LSW in Richtung der Nette. Der zweite Unterschied entsteht durch die Änderung der Geländehöhe und durch den Gebäuderückbau auf der Logistikfläche.

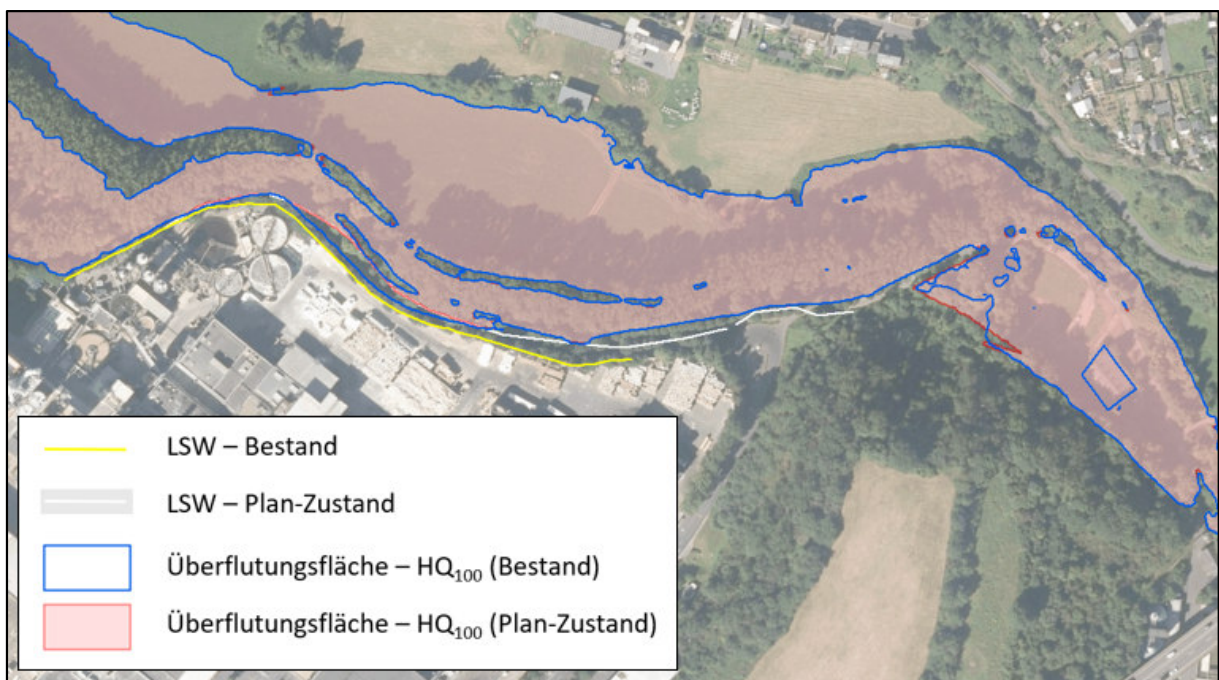


Abbildung 9: Überflutungsfläche HQ_{100} von Bestand und Plan-Zustand

Die Wasserstandsdifferenzen sind in Abbildung 10 flächig dargestellt. Sie zeigen ortsgleich wie zuvor punktuelle Änderung zwischen Bestand- und Planungszustand an (Berechnungsvorschrift: Plan minus Bestand). Alle Differenzen mit geringeren Auswirkungen als 1 cm werden für die Darstellung vernachlässigt. Es ist davon auszugehen, dass für solche Differenzwerte die Unsicherheiten infolge der Modellsimulationen überwiegen. Der Großteil der Differenzen beträgt lokal bis zu ± 7 cm Richtung. Die Wasserstandsdifferenzen in der Größenordnung von 10 bis 15 cm Absenkung im dem westlichen

Bereich der Logistikfläche entstehen durch die Abflachung bzw. Einebnung des Geländes, das im Bestand nicht benetzt wird. Die restlichen Wasserstandsdimensionen im Bereich der Logistikfläche sind vorwiegend klein in der Größenordnung von 1 cm, weil die Fläche vorwiegend als Retentionsfläche der Nette wirkt.

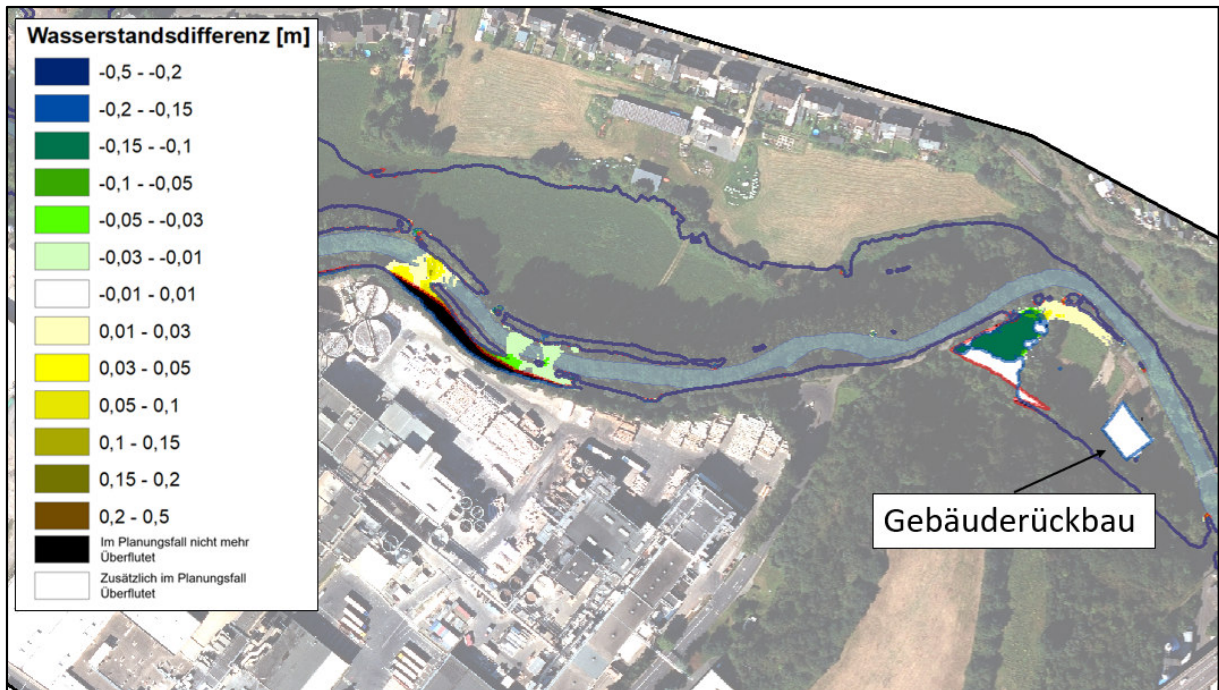


Abbildung 10: Differenzen der Wasserstände HQ₁₀₀ (Plan-Zustand - Bestand)

Auch die Fließgeschwindigkeitsdimensionen, Plan-Zustand gegenüber Bestand, sind nur punktuell und ortsgleich wie die Wasserstandsdimensionen vorhanden (Berechnungsvorschrift: Plan minus Bestand, vgl. Abbildung 11). Alle Dimensionen mit geringeren Auswirkungen als 0,1 m/s (korrespondiert mit einer Energie- bzw. Aufstauhöhe von 0,5 mm) werden für die Darstellung ignoriert. Der Großteil der Fließgeschwindigkeitsunterschiede schwankt im Bereich von +/- 0,15 m/s.

Im Bereich der LSW sind die Dimensionen klein, weil der Verlauf strömungsangepasst, parallel zur Fließrichtung der Nette verläuft und somit keinen signifikanten Einfluss auf das Strömungsgeschehen nimmt bzw. nehmen kann.

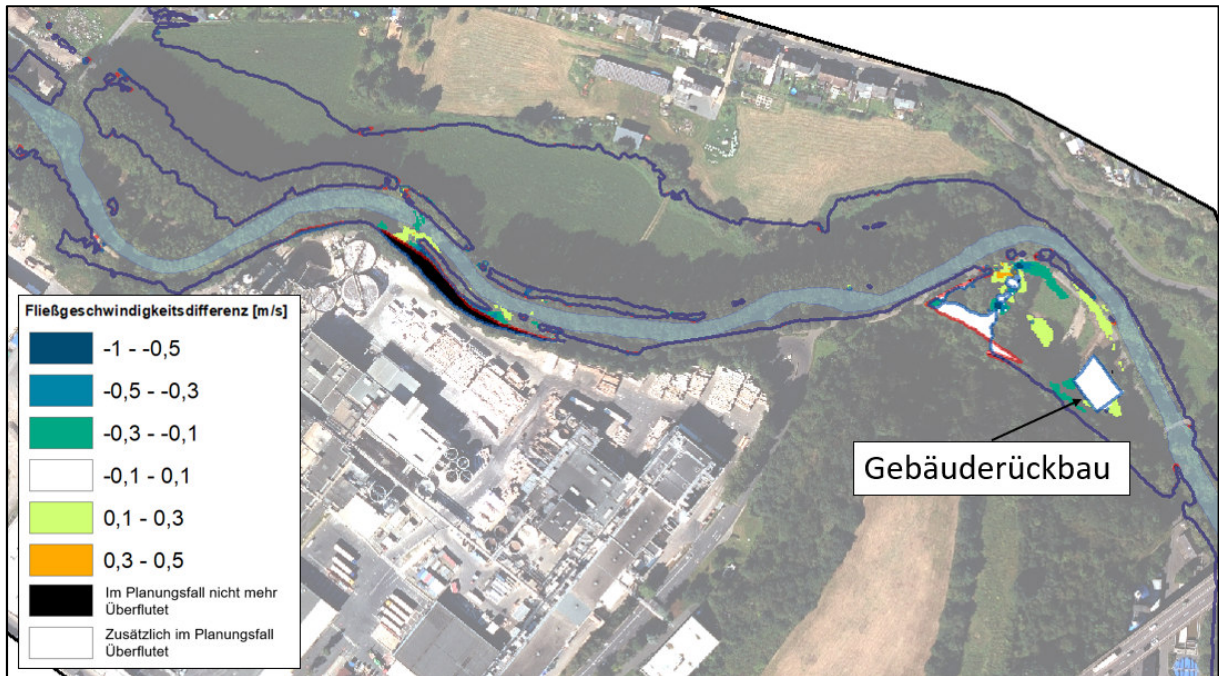


Abbildung 11: Differenzen der Fließgeschwindigkeiten HQ₁₀₀ (Plan-Zustand - Bestand)

5.2 Retentionsvolumendifferenz

Zur Ermittlung des Retentionsraumverlustes der Nette infolge der Planvorhaben, werden die im Modellgebiet befindlichen Volumina berechnet. Die Differenz ergibt, dass infolge der Ausgangsvariante der Planung (Stand: 5. August 2022, nachfolgend als 0-Variante bezeichnet; Höhe der Parkplatzachse von 220,2 auf 220,0 m ü. NHN, der uferseitigen Begrenzungen von 220,7 auf 220,0 m ü. NHN und der hangseitigen Begrenzung von 220,9 auf 220,4 m ü. NHN, jeweils fallend in Strömungsrichtung der Nette) sowie infolge der Verschiebung der LSW ein Netto-Retentionsraumverlust von ca. 650 m³ entsteht, der auszugleichen ist.

Die Wasserstandsdaten aus Abbildung 10 sind so zu interpretieren, dass positive Werte einen Gewinn und negative Werte einen Verlust an Retentionsraum anzeigen. Es ist zu sehen, dass einerseits durch die Verschiebung der LSW Volumen verloren geht. An der Stelle der geplanten Logistikfläche wird die Überflutungsfläche hingegen größer, wodurch Retentionsraum gewonnen wird. Auch der Gebäuderückbau auf der Logistikfläche lässt für eine Überflutung mehr Raum.

Der Retentionsraumsausgleich ist dem Abschnitt 5.4 zu entnehmen.

5.3 Außerordentlicher Lastfall HQ_{extrem}

Zur Erhöhung der Sicherheit wurde der analoge Vergleich zwischen Bestand und Planungszustand bei einem extremen Hochwasserereignis (HQ_{extrem}) untersucht. Die zugehörigen Randwerte sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Kernaussagen zum Lastfall HQ₁₀₀ lassen sich auch auf den Lastfall HQ_{extrem} sinngemäß übertragen. Es zeigen sich keine abweichenden Strömungsmuster, veränderten Fließpfade o. ä., so dass die Aussagen nicht wiederholt werden. Analog zu den vorigen Abbildungen sind die Änderungen der Ausdehnung der Überflutungsflächen, Wasserstandsdifferenzen sowie Fließgeschwindigkeitsdifferenzen auf den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Zu bemerken ist, dass die Strömungsbelastung / Sohlbelastung auf der Logistikfläche folgerichtig sichtbar zunimmt.

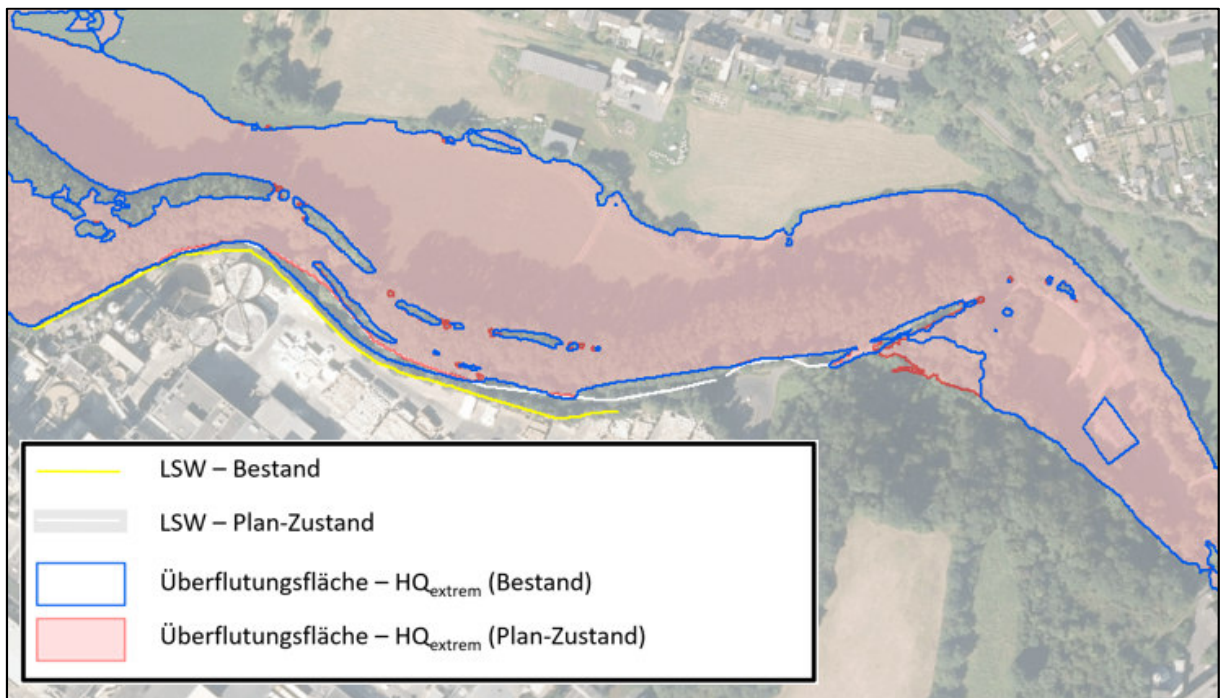


Abbildung 12: Überflutungsfläche HQ_{extrem} von Bestand und Plan-Zustand

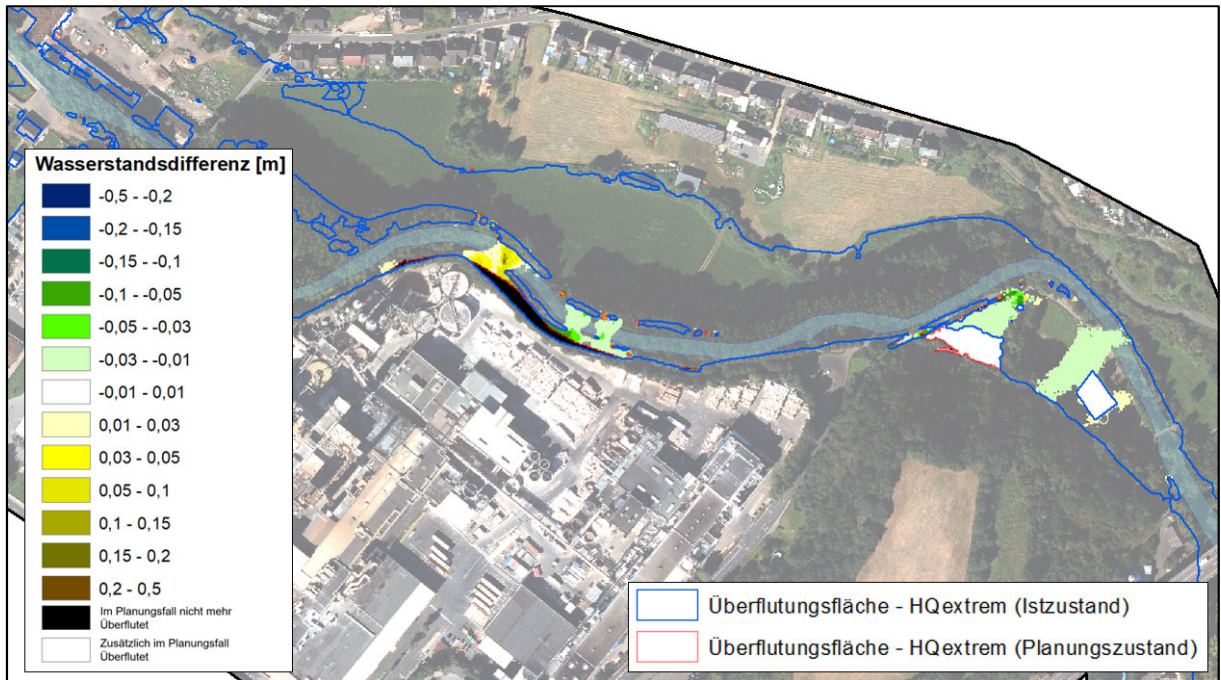


Abbildung 13: Differenzen der Wasserstände HQ_{extrem} (Plan-Zustand - Bestand).

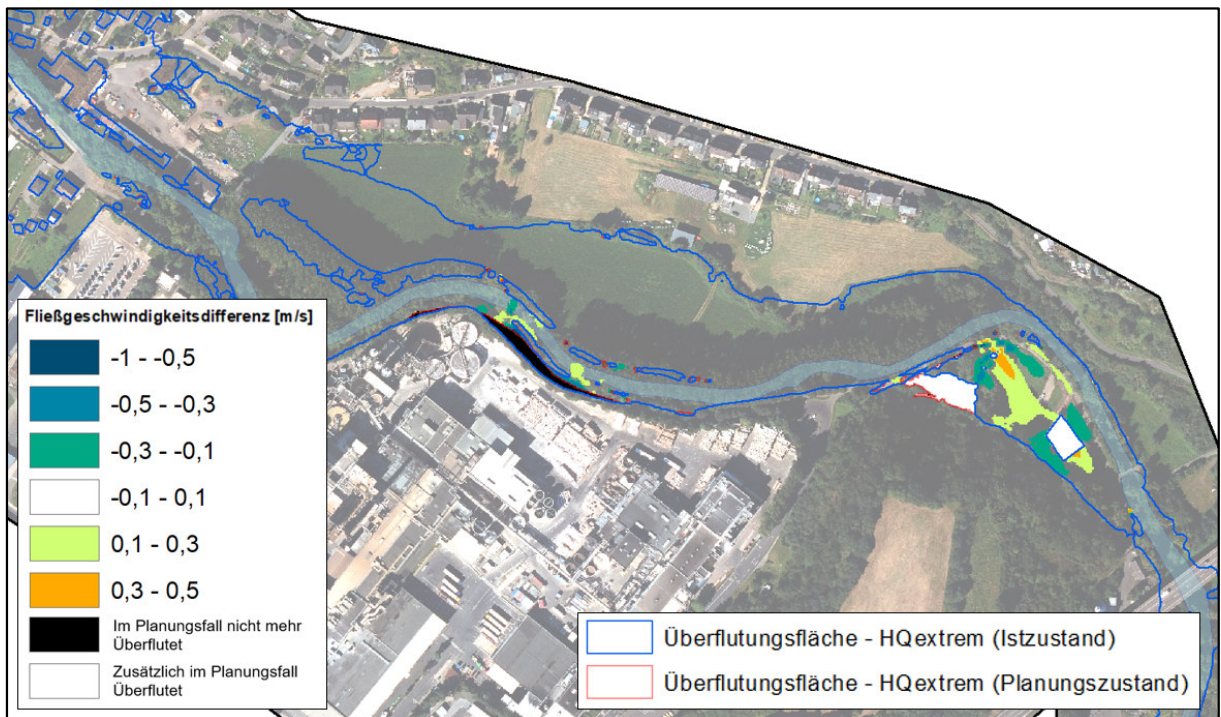


Abbildung 14: Differenzen der Fließgeschwindigkeiten HQ_{extrem} (Plan-Zustand - Bestand)

5.4 Retentionsraumausgleich

Als Maßnahme zum Ausgleich des netto ca. 650 m³ großen Retentionsraumverlustes (vgl. Abschnitt 5.2) wird eine Absenkung der Geländehöhe der geplanten Logistikfläche vorgeschlagen. Aufgrund der relativ großen Grundfläche ist die Absenkung in der Größenordnung von Dezimetern ausreichend. Da die Absenkung eine Auswirkung auf die Hydraulik haben kann, wird keine rein statische Ausgleichsrechnung vorgenommen.

Methodisch wird die geplante Logistikfläche um verschiedene Differenzbeträge insgesamt in der Höhe verschoben, so dass aber die Anschlüsse an das umliegende Gelände realisierbar bleiben. Für jede Variante wird die 2-d HN Simulation wiederholt und das Modellvolumen ermittelt. Räumlich abgegrenzt für den Einflussbereich der LSW sowie die Logistikfläche werden die Retentionsraumbilanzen gegenüber dem Bestand bestimmt und grafisch aufgetragen.

Die grafische Zusammenstellung der Ergebnisse (Abbildung 15) zeigt die Retentionsraumbilanzen für die beiden separierten Einflussbereiche sowie die verrechnete Gesamtbilanz. Die Werte sind in Abhängigkeit der Höhenänderung der Logistikfläche gegenüber der „0-Variante“ aufgetragen. Es zeigt sich, dass

- die Absenkung der Logistikfläche von bis zu ca. 10 cm eine minimal variable Wirkung in Bezug auf die Retentionsraumbilanz im Bereich der LSW entfaltet. Bei größeren Absenkungen als 10 cm bleibt der Retentionsraumverlust im Bereich der LSW unverändert;
- bei einer Absenkung der Sohle von 11 cm *rechnerisch* Hochwasserneutralität der Maßnahme in Bezug auf den Netto-Retentionsraumverlust besteht. Dieser Wert ist rechnerisch und darf nicht als Planungsgrundlage verwendet werden. Eine etwas größere Absenkung des geplanten Niveaus der Logistikfläche gegenüber der 0-Variante um 15 bis 20 cm ist sinnvoll.

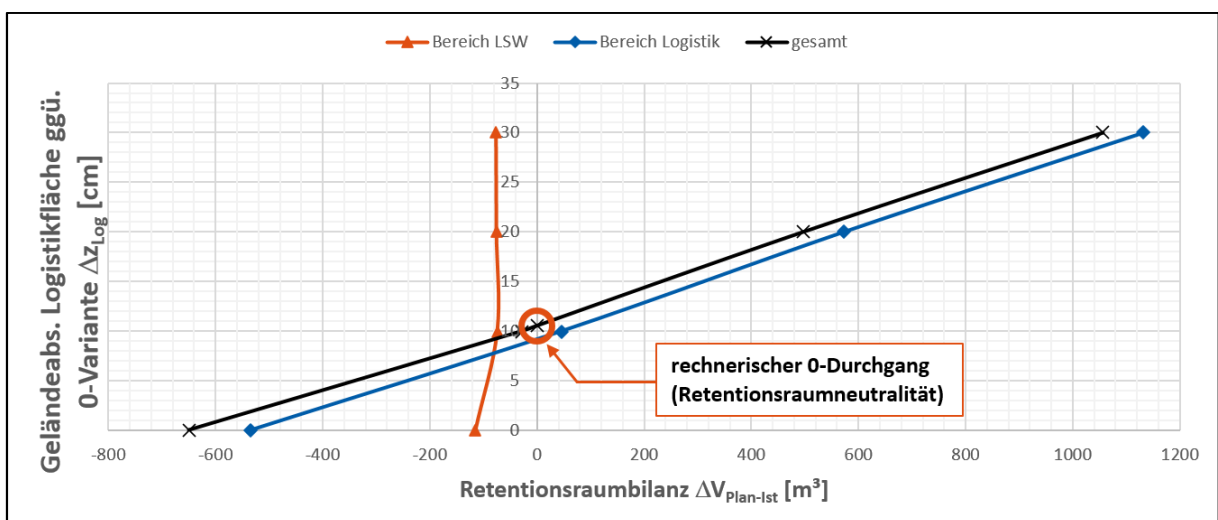


Abbildung 15: Retentionsraumbilanzen gegenüber dem Bestand in Abhängigkeit der Geländehöheabsenkung der 0-Variante der geplanten Logistikfläche

Es ist anzumerken, dass der Retentionsraumausgleich nur dann funktioniert, wenn die Logistikfläche bei Hochwasser frei von geparkten Fahrzeugen ist. Dies unterstreicht die notwendige Betriebsregel, ein Dauerparken auf den Flächen generell auszuschließen (vgl. Abschnitt 6.2.2).

6 Hochwasserangepasstes Planen und Bauen

Hochwasserangepasstes Bauen und Planen ist Teil der Hochwasservorsorge [3] und ist nur *ein* Aspekt neben der Flächenvorsorge, Verhaltensvorsorge und der Risikovorsorge [4]. Im Rahmen dieses Abschnitts wird die Bauvorsorge als unmittelbare Maßnahme im Rahmen von hochwasserangepassten Bauen und Planen hinsichtlich der geplanten Werkserweiterung und Errichtung einer Logistikfläche beschrieben. Die Verhaltensvorsorge und auch die Risikovorsorge sind entscheidende Elemente bei der Diskussion des Betriebsrisikos während eines Hochwasserereignisses (vgl. [5], [6]).

In [12] sind die unterschiedlichen Vorsorgemaßnahmen der Hochwasservorsorge aufgezählt:

- die Flächenvorsorge mit dem Ziel, möglichst kein Bauland in hochwassergefährdeten Gebieten auszuweisen
- die Bauvorsorge, die Gebäude durch hochwasserangepasste Bauweisen und Nutzungen mögliche Hochwasserüberflutungen schadlos überstehen lässt
- die Verhaltensvorsorge, die vor anlaufenden Hochwassern warnt und diese Warnung vor Ort in konkretes schadensminderndes Handeln umsetzt
- die Risikovorsorge, die finanzielle Vorsorge für den Fall trifft, dass trotz aller vorgenannten Strategien ein Hochwasserschaden eintritt

Auf das vorliegende Vorhaben sind die beiden Aspekte Bauvorsorge und Verhaltensvorsorge näher zu betrachten.

6.1 Bauvorsorge

6.1.1 Allgemeines

Im Rahmen der Bauvorsorge gilt es, die auf die geplanten Bauwerke und baulichen Anlagen wirkenden erhöhten Einwirkungen infolge eines Hochwassers wie

- Wasserdruck,
- Strömung und Schubspannungen
- Eindringen von Wasser in das Gebäude und
- Auftrieb

schadlos zu überstehen. Dies hat nicht nur den Hintergrund, Schaden und damit z. B. Instandsetzungskosten zu reduzieren, sondern auch z. B. Folgeschäden für die Umwelt zu verhindern. Hierzu sind geeignete Maßnahmen zum Schutz vor verschiedenen Quellen wie Oberflächenwasser, Grundwasser oder Kanalisationswasser zu treffen. Es spielen folgende bauliche Aspekte eine besondere Rolle:

- Sicherung von Tanks z. B. für Öl oder andere Vorratsstoffe vor Aufschwimmen/Auftrieb
- Lagerung und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Baustoffe/-materialien (wasserbeständige Materialien)
- Statische und dynamische Widerstandsfähigkeit gegenüber Strömungsbelastung z. B. von Oberflächenbelägen

Wesentlicher Punkt bei der Vorsorge ist die Konzeption der Nutzung und der Bauweise von geplanten Gebäuden bzw. baulichen Anlagen. Bei der Planung sollten die Überflutungswasserstände, die Wahl von Baumaterialien, die Nutzungen, etc. so gewählt und festgelegt werden, dass Schäden minimiert und im Rahmen der Nachsorge der entsprechende Zustand des Gebäudes mit entsprechenden Mitteln wiederhergestellt werden kann [6].

6.1.2 Projektspezifische Anmerkungen und Empfehlungen

Beim vorliegenden Vorhaben werden zentrale Punkte während der Planung berücksichtigt. Dies resultiert unter anderem aus der Sensibilisierung der Bauherrin bzw. der Planungsgesellschaft für das Thema „hochwasserangepasstes Bauen“. Im Zuge der Gutachtenerarbeitung wurden entsprechende wasserwirtschaftliche Aspekte benannt und darauf hingewiesen. Die Fa. Weig ist insofern sensibilisiert als die Erfahrungen aus den Hochwasserereignissen im Juli 2021 in der Planungsphase präsent sind.

Wesentliche bauliche Aspekte im Hinblick auf die LSW, die neben den allgemeinen Anforderungen zu nennen sind:

- Ausreichende Auslegung und Sicherung der Gründung der geplanten LSW z. B. hinsichtlich Auskolkungen infolge der Sohlbelastung. Eine ggf. vollflächig oberirdisch undurchlässig Lärmschutzwand darf nicht als Hochwasserschutz (bei ggf. dahinter abfallendem Gelände begriffen werden. Zur Ausführung einer Hochwasserschutzwand wären weitere Anforderungen (technisch und ggf. genehmigungsrechtlich) einzuhalten.
- Bei der Auslegung der LSW sind auftretende Differenzdrücke (Gewässerseite zu Schutzseite) zu berücksichtigen. Zwar ist eine unmittelbare Gefahr bei HQ₁₀₀ nicht angezeigt, dennoch sind spezielle Situationen, die z. B. infolge Verklausungen entstehen können, ggf. zu berücksichtigen.
- In gegebenem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit des Anpralls von Treibgut auf die Schutzwand nicht auszuschließen. Ein entsprechendes, angemessen ausgelegtes Szenario sollte berücksichtigt werden.

Die Logistikfläche wird weitestgehend als Freifläche fungieren. Es ist davon auszugehen, dass Sanitäranlagen für die Lastwagenfahrer aber auch Beleuchtung und andere Basis-Infrastrukturelemente auf der Fläche zu installieren sind. Folgende konkrete Anforderungen an die Logistikfläche sind:

- Sanitäre Einrichtungen bzw. elektrifizierte Objekte wie Lichtmasten sollten möglichst außerhalb der potentiellen Hochwasserflächen am Rand der Logistikfläche errichtet werden. Die

rechnerische Höhe bei einem HQ₁₀₀ beträgt ca. 220,94 bis 220,89 m ü. NHN entlang der hangseitigen Flanke der Logistikfläche in Fließrichtung der Nette. Eine ausreichende Pufferhöhe, bspw. angelehnt an ein typisches Freibord von 50 cm, ist ratsam.

- Keine Installation von abflussbehindernden massiven Objekten bzw. Einrichtungen (Sitzbänke, Mülltonnenkörbe o. ä.) auf der Logistikfläche. Auch Begrünungen sollten geringe Fließhindernisse darstellen. Das Anlegen von vereinzelt Bäumen zur Gestaltung und Verschattung kann u. U. in Abstimmung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt möglich sein. Die Entstehung einer Verklausungsgefahr muss minimal bleiben.
- Sammlung von auslaufende Betriebsflüssigkeiten aus abgestellten Lkw oder von diesen ablaufendes, verschmutztes Wasser bei Niederschlag muss gegeben sein. Die Sammlung muss dergestalt erfolgen, dass bei Überflutung gesammeltes Schmutzwasser nicht ausgewaschen und in die Umwelt gelangen kann.

Dieser Aspekt geht einher mit dem Regenwassermanagement und muss im Rahmen der entsprechenden Planung ohnehin separat betrachtet werden.

Die aufgeführten Punkte geben einen Anhalt für mögliche Gefährdungsquellen. Die Auflistung ist aber nicht zwingenderweise vollständig. Der Planer hat für die LSW als auch Logistikfläche im konkreten Planungsprozess stetig zu hinterfragen, ob die Planungen mit einem potentiell eintretenden Hochwasser kompatibel sind und ggf. Anpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

6.2 Verhaltensvorsorge

6.2.1 Allgemeines

Die Verhaltensvorsorge regelt die Maßnahmen, welche Betroffene zur Schadensminderung treffen, und zielt i. d. R. auf (vorbereitete) Maßnahmen ab, die vor dem Hochwasser, z. B. im Rahmen der Vorwarnzeit bzw. der Hochwasserprognosezeit, veranlasst werden können. Zu diesen Maßnahmen bzw. zu beachtenden Aspekten zählen u. a. nach [5], [6]:

- Erstellung von Hochwassergefahrenkarten: „Wissen um die Gefahr“
- Erstellung von lokalen und objektspezifischen Alarm- und Einsatzplänen (Hochwassercheckliste)
- Abstimmung mit den lokalen Einsatzkräften und Behörden
- Hochwasserausrüstung
- Evakuierung des Mobiliars / mobilen Inventars

Hochwassergefahrenkarten und Risikomanagementpläne wurden im Zuge der Forderungen nach [1] von den Ländern erstellt oder sind in der Erstellung. Überflutungsflächen sind in weiten Teilen Deutschlands festgesetzt worden, so dass die Betroffenen „Wissen von der Gefahr“ erlangt haben sollten. Nicht zuletzt die signifikante Anhäufung von schadensträchtigen Hochwassern in Deutschland seit Mitte der 1990er Jahre hat die Wahrnehmung der Gefährdung gestärkt.

Im Rahmen einer betrieblichen Elementarversicherung können auch Hochwasserschäden versichert werden. Im Rahmen von unterschiedlichen Programmen haben die Versicherer inzwischen einen Weg

gefunden, auch Objekten Versicherungen anzubieten, welche einem hohen (Hochwasser-) Risiko ausgesetzt sind. Je nach Versicherungssumme können die zu leistenden Prämien unverhältnismäßig hoch ausfallen, so dass es im Einzelfall betriebswirtschaftlich sachgerecht sein kann, eher in Richtung Eigenvorsorge und Bauvorsorge zu investieren. Der Sachverhalt sollte jedoch objektspezifisch zwischen Versicherungsnehmer und Versicherer abgestimmt werden.

6.2.2 Projektspezifische Anmerkungen und Empfehlungen

Projektspezifisch lassen sich eine Reihe von Vor- und Nachsorgemaßnahmen aufführen. Jene sind im Detail mit oder nach erfolgter Planung bzw. Umsetzung des Vorhabens zu integrieren. Die Maßnahmen zielen vor allem darauf ab, Personen- und Sachschaden abzuwenden. Grundsätzlich ist weiter gefasst die Resilienz zu steigern, so dass selbst im Schadensfall eine schnelle Erholung des Betriebs vom eintretenden Hochwasser eintritt, um die Produktion und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebs wieder herzustellen. Zuvorderst ist eine Person oder Personengruppe für den Hochwasserschutz und nachfolgend aufgeführte Maßnahmen als verantwortlich für die Umsetzung und Überwachung zu benennen.

Folgende Maßnahmen können als Vorsorgemaßnahmen aufgeführt werden:

- Erstellung von Alarm- und Einsatzplänen. Dies schließt externe wie interne Ernstfallhelfer ein. Es sollte eine Abstimmung mit örtlichen Rettungskräften durchgeführt werden.
- Frühwarnsystem (Prognosen, Pegel). Anhand verfügbarer und geeigneter Prognosedaten für die Nette ist eine permanente Beobachtung der meteorologischen und hydrologischen Situation durchzuführen. Aus der Beobachtung kann eine stetige Gefährdungseinschätzung dazu dienen, bestimmte Handlungsstufen eines Alarm- und Einsatzplans auszulösen.
- Betriebskonzept / Betriebsregeln (Kein Dauerparken, Information Kraftfahrer, Sprache!): Für die Logistikfläche ist ein klares Betriebskonzept zu erstellen und konsequent einzuhalten. Dies betrifft bspw. die Nutzung als *temporäre* Stellfläche für die Wartezeit bei der Lkw-Abwicklung; die Dauer des Aufenthaltes von Lkw muss daher klar auf diese Wartezeit von wenigen Stunden limitiert werden, Information der Kraftfahrer (ggf. in mehreren Sprachen)
- Die Logistikfläche muss regelmäßig gereinigt werden, um zu verhindern, dass im Falle einer Flutung ggf. umweltbelastende Verunreinigung ausgeschwemmt werden. (Verweis auf das Regenwassermanagement)
- Für den Fall einer nötigen Räumung / Evakuierung ist ein geregeltes Konzept und ausreichend temporäre Stellplatzkapazität außerhalb des Überschwemmungsgebietes für die Lkw vorzuhalten. Das Evakuierungskonzept muss innerhalb sehr kurzer Zeit umgesetzt werden können.
- Sämtliche Maßnahmen inklusive Evakuierung sollten in regelmäßig durchgeführten Übungen einstudiert werden. Es ist z. B. zu beachten, dass betriebsfremde und somit untrainierte Kraftfahrer im Evakuierungsfall anzuleiten und geregelt in den Evakuierungsprozess eingebunden werden müssen.

- Eine regelmäßige Flächenpflege und Wartung aller notwendigen Einrichtungen auf der Logistikfläche zur dauerhaften Aufrechterhaltung eines hochwassersicheren Betriebs sollte vorgesehen und betrieblich umgesetzt werden.
- Zur Minimierung einer Anprall- oder Verklauungsgefahr im Bereich der Lärmschutzwand sollte eine regelmäßige Überprüfung der Gehölzbestände im Umfeld (Oberwasser) des Betriebsgeländes durchgeführt werden. Instabiler Bewuchs oder Tothölzer ohne z. B. gewässerökologische Bedeutung sollte in Abstimmung mit den zuständigen Stellen der Gewässerpflege entfernt werden.
- Hochwassergefährdete Lagermaterialien sollten kurzfristig in ein Notlager transportiert werden.
- Vorabplanung der Koordination von Aufräumarbeiten zur schnellen Wiederherstellung der regulären Betriebsprozesse nach Ablauf eines Hochwassers.

Weitere Maßnahmen sind denkbar, so dass die vorangestellten beiden Listen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Planer und Bauherrin müssen aus ihrem planungs- und betriebsbedingten Wissen stetig hinterfragen, ob und welche Verhaltensmaßnahmen umsetzbar sind bzw. ergänzt werden können.

7 Zusammenfassung und Fazit

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten wurde ein 2-d HN Strömungsmodell der Nette im Abschnitt zwischen Nette-km31,382 und Nette-km 36,035 erstellt. Das Strömungsmodell wurde hinsichtlich der Validität geprüft, indem die Ergebnisse den TIMIS Daten gegenüber gestellt wurden.

Mit dem validierten Modell wurde die aktuelle Bestandssituation sowie der geplante Zustand (LSW, Logistikfläche) für das Untersuchungsgebiet für ein HQ_{100} untersucht und die Ergebnisse hinsichtlich der Auswirkungen der Planungen einander vergleichend gegenüber gestellt.

Im Wesentlichen zeigt sich, dass alle Auswirkungen auf die Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten auf das Strömungsfeld punktuell wirken. Auch für ein Hochwasserereignis HQ_{extrem} mit sehr geringer jährlicher Überschreitungswahrscheinlichkeit zeigt sich, dass die Auswirkungen auf das unmittelbare Umfeld reduziert bleiben. Mit der Ausgangsplanung geht im HQ_{100} -Fall ca. 650 m³ Retentionsraum verloren. Durch Geländeabsenkung von *rechnerisch* 11 cm im Bereich der Logistikfläche kann dieser Verlust orts- und funktionsgleich ausgeglichen werden.

Das dargestellte Gutachten bezieht sich auf zwei Aspekte des §78 aus dem WHG [1]:

Hinsichtlich der Anpassung der Bebauungsplanung können aus wasserwirtschaftlicher Sicht die Punkte 3 bis 9 aus Absatz 2 unter den gegebenen Planungsbedingungen für die hydraulische Untersuchung erfüllt werden:

- Weder der Wasserstand noch Abfluss werden nachteilig verändert.

- Entstehende Retentionsraumverluste können orts- und funktionsgleich ausgeglichen werden.
- Nachteilige Auswirkungen auf Ober- und Unterlieger oder bestehenden Hochwasserschutz werden nicht erzeugt.

Es ist aufgeführt, welche umfassenden Maßnahmen der Hochwasservorsorge, hier Bauvorsorge und Verhaltensvorsorge zu berücksichtigen sind. Weitere Maßnahmen sind ggf. aus der Betriebskenntnis bzw. Kenntnis aus der konkreten Planung heraus zu treffen. Insofern sind in der Folge keine Personen- oder (erheblichen) Sachschäden zu erwarten. Konkrete Hinweise auf zu erwartende Wasserstände sind gegeben, die insbesondere für den Bereich der Logistikfläche als Grundlage für geplante Gebäude (z. B. Sanitärgebäude) zu verstehen sind.

Die Untersuchung wurde auf Basis der konkreten Planung für die Lärmschutzwand sowie die Logistikfläche durchgeführt. Hinsichtlich der Punkte 1 bis 3 des Absatzes 5 kann festgehalten werden, dass

- die Beeinträchtigungen der Hochwasserrückhaltung durch Höhenanpassung der Logistikfläche kompensiert wird,
- Wasserstände nur sehr lokal beeinflusst werden und keine Abflussumlagerungen stattfinden,
- insofern keine Beeinträchtigung von bestehenden Hochwasserschutz entstehen kann,
- eine hochwasserangepasste Bauweise konkret möglich ist, zu deren Zweck zahlreiche potentielle Maßnahmen zur Bau- und Verhaltensvorsorge benannt wurden.

Unter den gegebenen Bedingungen kann die Planung als hochwasserneutral eingestuft werden.

Aufgestellt:

M.Sc. Jorge Rosenthal

Dipl.-Ing. Nico Schrage

Koblenz, November, 2022

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH


Dr.-Ing. Kaj Lipper


i. A. Dipl.-Ing. Nico Schrage