Ingenieure für Wasser, Umwelt
und Datenverarbeitung GmbH

Nagelschmiedstraße 11a

37671 Höxter

Errichtung einer Rettungswache und eines Bürogebäudes am Haustenbach in Delbrück

Hydraulische Untersuchungen

Höxter, den 02.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung....1
2 Untersuchungsgebiet....1
3 Datengrundlagen....2
3.1 Geländemodell und Daten für den Flussschlauch....2
3.2 Flächennutzung....2
3.3 Karten und Luftbilder....2
3.4 Hydrologische Daten....2
4 Aufstellen des hydronumerischen Modells....2
4.1 Verwendetes Strömungsmodell....2
4.2 Modellerstellung....2
4.3 Modellplausibilisierung....4
5 Ergebnisse der Strömungsmodellierung für den Istzustand....4
6 Beschreibung des Planungszustands....5
7 Ergebnisse der Strömungsmodellierung für den Planungszustand....7
8 Retentionsraumbilanz....9
9 Zusammenfassung....12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausdehnung des 2D-Modells....1
Abbildung 2: Ausschnitt des Berechnungsnetzes....3
Abbildung 3: Ergebnis der Strömungsberechnung, Istzustand HQ_{100}....5
Abbildung 4: Planungselemente....6
Abbildung 5: Planungselemente mit Abgrabung und Schnittlinie....7
Abbildung 6: Schnitt durch die Abgrabung für den Retentionsraumausgleich....7
Abbildung 7: Simulationsergebnis Planungsfall, HQ_{100}....8
Abbildung 8: Simulationsergebnis Planungsfall mit Differenz zum Istzsutand, HQ_{100}....9
Abbildung 9: Retentionsraum Istzustand, HQ_{100}....10
Abbildung 10: Retentionsraum Planungszustand mit Differenz zum Istzustand, HQ_{100}....10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: verwendete Rauheitsparameter (Strickler)....4

1 Veranlassung

Im Überschwemmungsgebiet des Haustenbachs ist die Errichtung einer Rettungswache mit Verwaltung, Aufenthaltsräumen und einem Schulungsraum und eines Bürogebäudes geplant. Es ist der Nachweis zu führen, dass durch die geplante Bebauung keine Nachteile für die Anlieger im Hinblick auf den Hochwasserschutz entstehen. Ferner ist der Retentionsraumverlust zu ermitteln und auszugleichen.

Die notwendigen hydraulischen Untersuchungen sollen mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell (2D-Modell) durchgeführt werden.

2 Untersuchungsgebiet

Abbildung 1 zeigt die Ausdehnung des für die Untersuchung aufgestellten 2D-Modells. Es deckt den Haustenbach von Station 23+700 bis 25+650 ab.

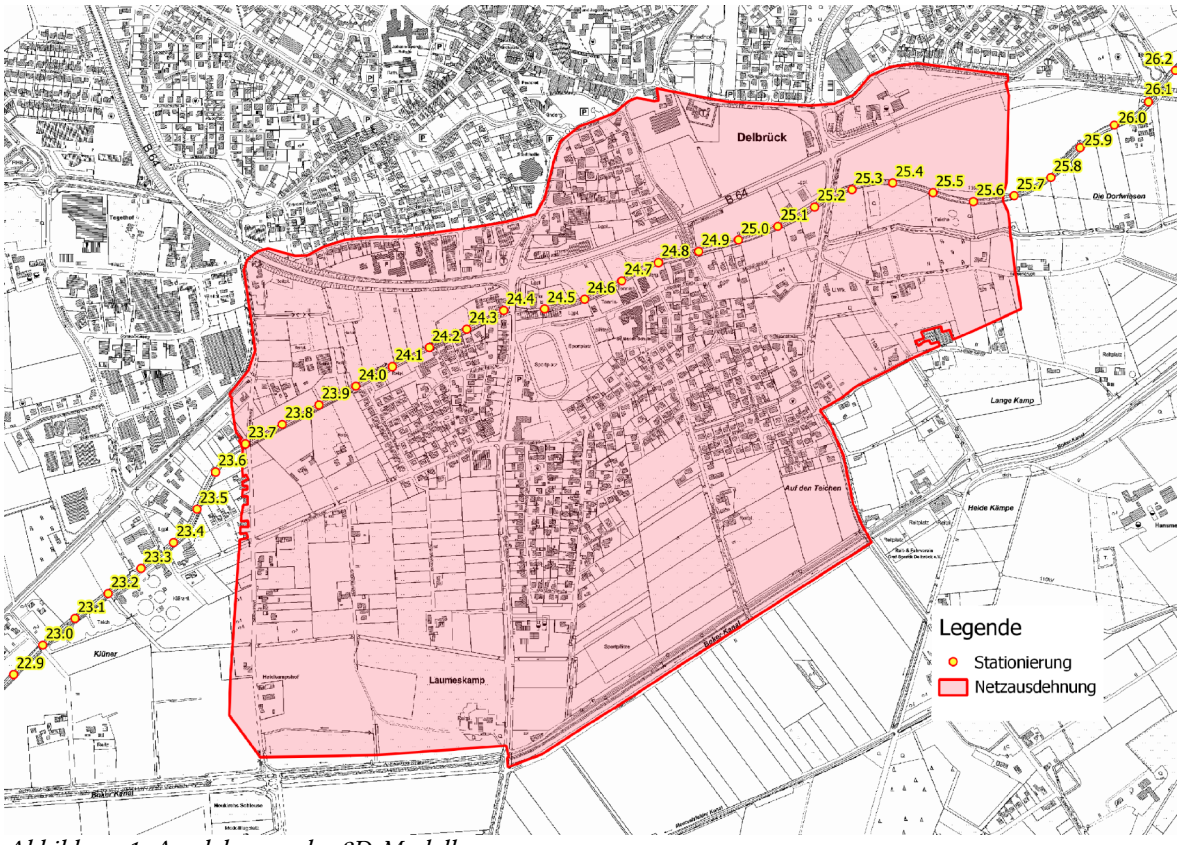

Abbildung 1: Ausdehnung des 2D-Modells

3 Datengrundlagen

3.1 Geländemodell und Daten für den Flussschlauch

Für die Modellerstellung wurde das DGM1 des Landes NRW verwendet. Dieses DGM wird vom Land kostenfrei (OpenData NRW) zur Nutzung zur Verfügung gestellt. Es wird vom Land auf der Basis von Laserscan-Befliegungen erstellt, und hat eine Rasterauflösung von 1 m.

Der Gewässerschlauch wurde im März 2021 mithilfe eines RTK-GPS-Vermessungssystems neu vermessen.

3.2 Flächennutzung

Die Flächennutzung wurde anhand von digitalen Orthophotos und einer Ortsbegehung aufgenommen. Diese Daten dienten zur Festlegung der Klassen des Strömungswiderstands für die numerische Modellierung.

3.3 Karten und Luftbilder

Die Karten und Luftbilder werden vom Land NRW kostenfrei zur Verfügung gestellt (OpenData NRW).

3.4 Hydrologische Daten

Die Abflussdaten für das HQ_{100} wurden von der Bezirksregierung Detmold zur Verfügung gestellt. Der Abfluss für das HQ_{100} beträgt im Maßnahmengebiet 18,9 m^3/s.

4 Aufstellen des hydronumerischen Modells

4.1 Verwendetes Strömungsmodell

Für die hydraulischen Modellierungen wurde das zweidimensionale Strömungsmodell Hydro_AS-2D in der Version 5.3.4 verwendet. Das Programm löst die 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen (Flachwassergleichungen) mit der räumlichen Diskretisierung der Finite-Volumen-Methode. Das Reibungsgefälle wird über die Darcy-Weisbach-Formel berechnet, wobei der Widerstandsbeiwert über den Manning-Strickler-Beiwert definiert wird. Das Modell kann auch hochgradig instationäre Strömungsvorgänge berechnen, wie sie z. B. bei Dammbrüchen auftreten. Weitere Details über das Programm sind in [1] zu finden.

4.2 Modellerstellung

Die Modellerstellung erfolgte mit dem Programmsystem Gecko-2D. Im ersten Schritt wurde aus den vermessenen Querprofilen der Flussschlauch erstellt. Dafür verfügt Gecko-2D über einen

integrierten Editor, mit dem aus den Querprofilen die Netzstruktur für den Flussschlauch halbautomatisch erstellt wird.

Im nächsten Schritt wurde das Laserscan-DGM des Landes aufbereitet. Hierfür wurde das Programm MeadScan verwendet. Damit können Laserscandaten analysiert und aufbereitet werden. So verfügt das Programm über Methoden zur Erkennung von Bruchkanten. Im Zusammenspiel mit dem Netzgenerator MeadScan (in Gecko-2D integriert) können damit auf sehr effiziente Weise Berechnungsnetze unter Einhaltung vorgegebener Qualitätsgrenzwerte (z. B. kleinster Innenwinkel in den Elementen) erzeugt werden.

Aus der Gesamtheit der so aufbereiteten Daten wurde dann mit Gecko-2D das Berechnungsnetz erzeugt.

Die Rauheitsbereiche wurden auf der Grundlage der Luftbilder und der Ortsbegehung erstellt und bei der Netzgenerierung den Elementen des Berechnungsnetzes zugeordnet.

Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt der Dreiecksvermaschung des Berechnungsnetzes. Das Modell deckt eine Fläche von insgesamt ca. 2,1 km² ab. Die Kantenlänge der Dreieckselemente liegt angepasst an die Geländegeometrie und die hydraulischen Verhältnisse zwischen 1 m und 20 m. Das Berechnungsnetz besteht aus ca. 108.000 Dreieckselementen und 57.000 Knoten.

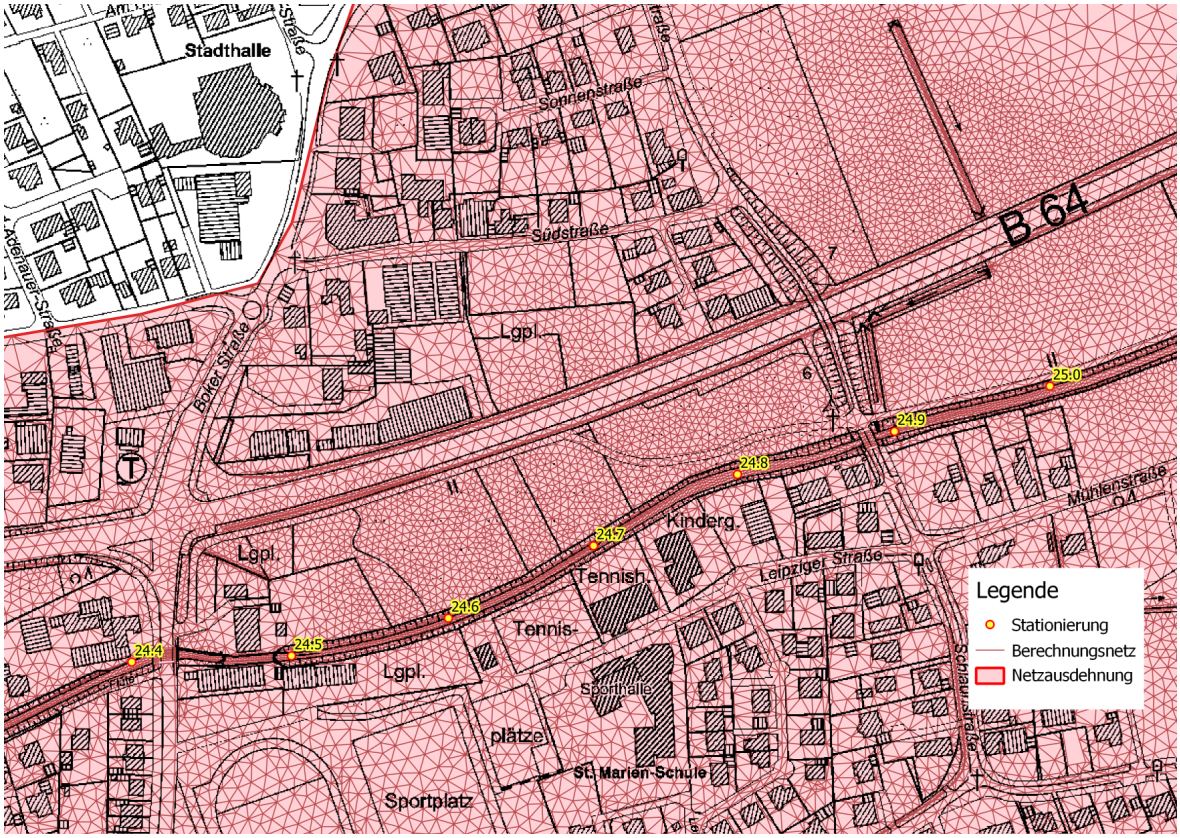

Abbildung 2: Ausschnitt des Berechnungsnetzes

4.3 Modellplausibilisierung

Im Modellgebiet befindet sich kein Gewässerpegel und Hochwasserspiegelfixierungen liegen dort nicht vor. Es konnte daher keine Modellkalibrierung vorgenommen werden. Es existieren zwar Modellergebnisse eines älteren Modells bei der Bezirksregierung Detmold, diese wurden aber nicht als Vergleichsmaßstab herangezogen, da sich die Ergebnisse dieser Modellierung in der Vergangenheit als wenig zuverlässig erwiesen haben. Letztlich wurden für die Modellrauheiten Erfahrungswerte aus anderen Modellen mit ähnlichen Voraussetzungen angesetzt und das Modellierungsergebnis wurde einer Sichtkontrolle unterzogen. Das Modell liefert plausible Ergebnisse. Es ist jedoch anzuraten, bei zukünftigen Hochwasserereignissen Scheitelwasserstände am Haustenbach zu vermarken und einzumessen, damit das Modell daran überprüft\ kalibriert werden kann. Grundsätzlich liefert das verwendete Strömungsmodell der Erfahrung nach mit sinnvoll gewählten Rauheitsparametern zuverlässige Ergebnisse. So wurde das Modell in den vergangenen Jahren für das benachbarte Gewässer Lippe erfolgreich angewendet und dort auch kalibriert.

Tabelle 1 zeigt die verwendeten Rauheitsparameter.

Bereich	Rauheit [$m^{1/3}/s$]
Acker	22
Laubwald	12
Ufergehölz	15
Grünland	23
Grünanlage	23
Sportanlage	23
Industriefläche	14
offene Bebauung	15
Straße	40
Sohle Haustenbach	30
Gräben	25
Retentionsraumausgleichs-maßnahme (nur Planung)	12

Tabelle 1: verwendete Rauheitsparameter (Strickler)

5 Ergebnisse der Strömungsmodellierung für den Istzustand

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der Modellierung für den Istzustand (HQ_{100}). Die Überflutungsflächen reichen über die B64 hinaus, da dort ein Graben auf der dem Haustenbach abgewandten Seite Wasser entlang der B64 führt. Das Wasser quert oberhalb der Brücke Schlaunstraße die B64 durch einen Durchlass und fließt dann in den genannten Straßenseitengraben. Die B64 wird in diesem Bereich nicht direkt vom Haustenbach aus überstaut.

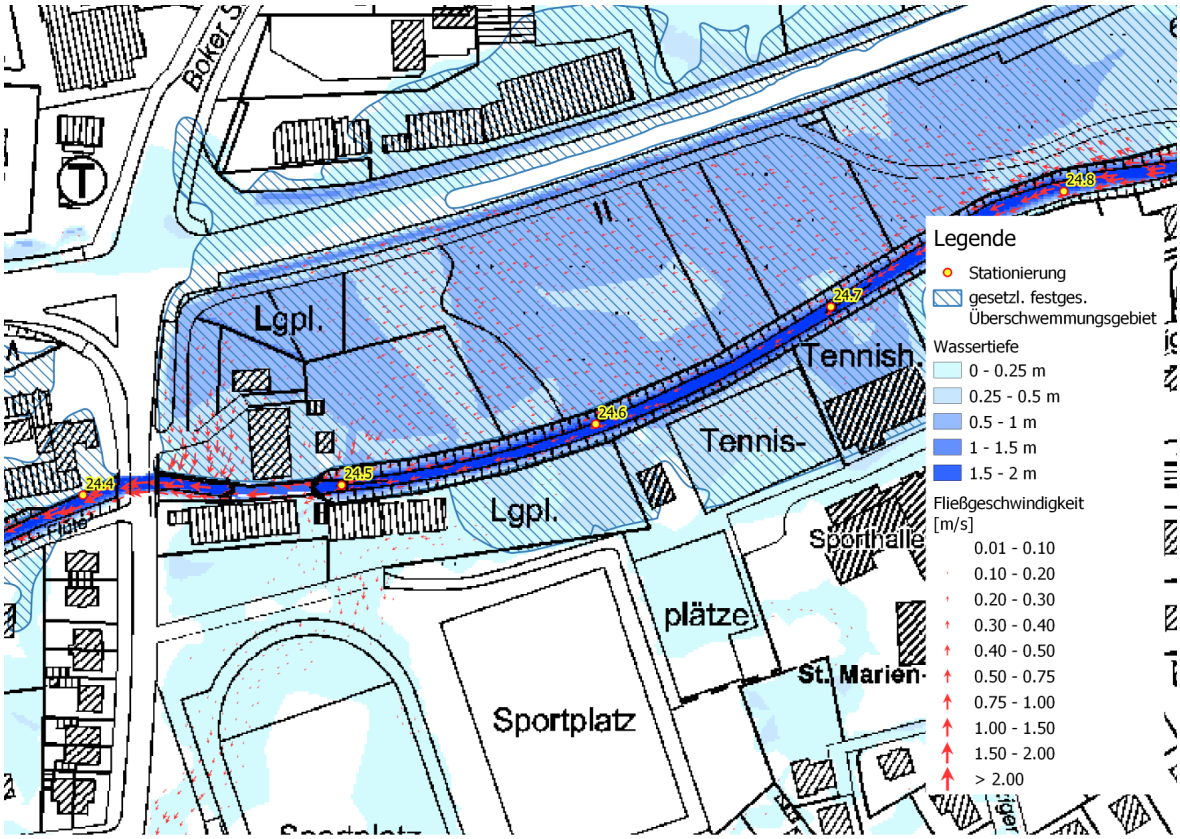

Abbildung 3: Ergebnis der Strömungsberechnung, Istzustand HQ_{100}

Direkt oberhalb der Brücke der Boker Straße befindet sich zwischen den Bestandsgebäuden eine Betonplatte über den Haustenbach. Damit werden 30 m des Haustenbachs abgedeckt.

Die Abbildung 3 zeigt, das es Abweichungen zwischen dem gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebiet und dem aktuell neu berechneten gibt. Die hier dargestellten Simulationsergebnisse beruhen auf deutlich aktuelleren Daten und auch auf einer besseren Simulatlionstechnik als die gesetzlichen Überschwemmungsgebietsgrenzen. Es ist daher davon auszugehen, dass die aktuellen Simulationsergebnisse der Realität deutlich näher kommen als die gesetzlichen Überschwemmungsgebietsgrenzen.

6 Beschreibung des Planungszustands

Der Planungsprozess wurde über einen längeren Zeitraum begleitet, sodass hydraulische Berechnungen für insgesamt sechs unterschiedliche Planungszustände durchgeführt wurden. Dargestellt wird hier nur der letzte Planungsstand mit allen angedachten Maßnahmen. Folgende Einzelbausteine sind in diesem Planungszustand enthalten (siehe auch Abbildung 4):

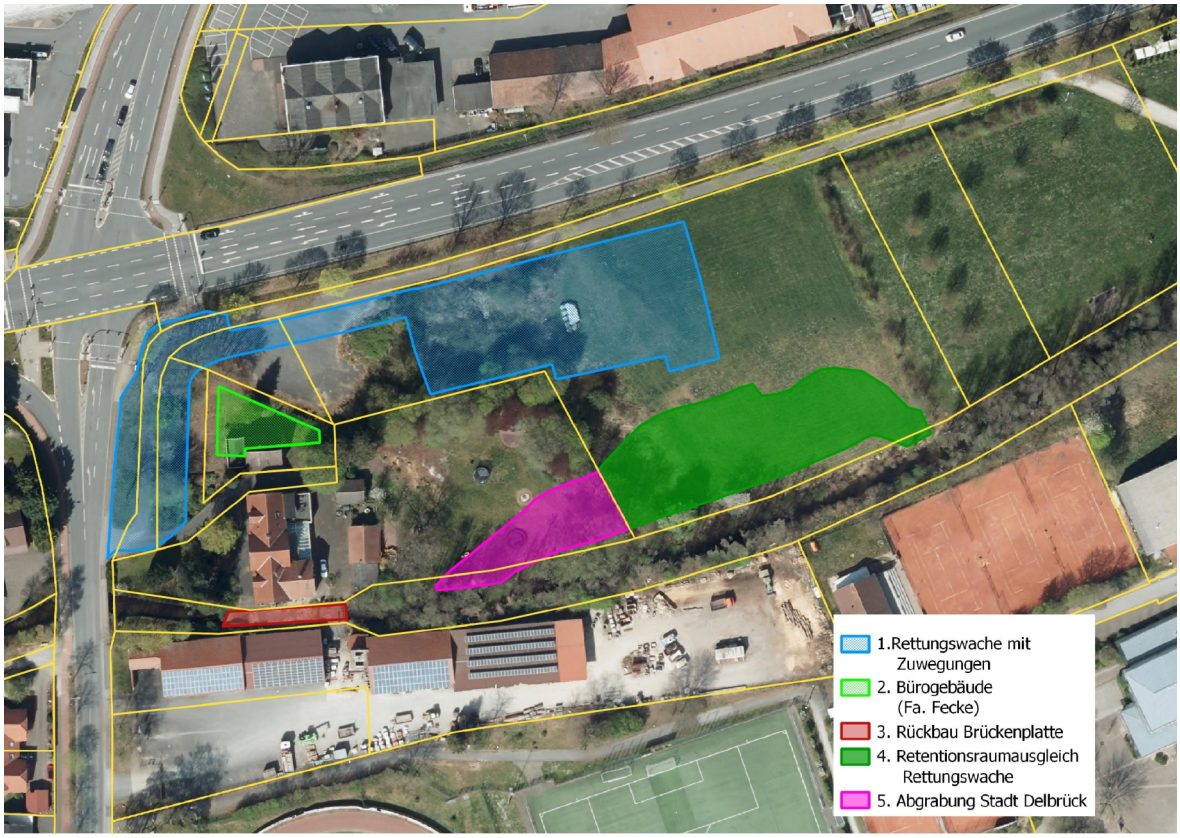

Abbildung 4: Planungselemente

1. Neubau der Rettungswache mit der Zufahrt
2. Abriß eines Wohngebäudes und Neubau eines Bürogebäudes an gleicher Stelle (unabhängig von 1.)
3. Rückbau der Betonplatte
4. Retentionsausgleich am Haustenbach für die Rettungswache
5. Abgrabung der Stadt Delbrück

Aus hydraulischer Sicht können die Maßnahmen 1, 3, 4 und 5 unabhängig vom Abriss des Wohngebäudes und den Bau des neuen Bürogebäudes realisiert werden.

Die Abgrabung für die Herstellung des Retentionsraumausgleichs für die Rettungswache (das Bürogebäude erhält eine eigene Ausgleichsmaßnahme auf dem eigenen Grundstück) ist auf Abbildung 5 dargestellt. Die Abgrabungstiefe beträgt im Schnitt ca 1,2 m (siehe Abbildung 6). Die Bermenhöhe der Abgrabung wurde höhenmäßig so gewählt, dass die Abgrabung flächig an ca. 80 Tagen im Jahr vom Haustenbach aus überströmt wird. Sie soll in Absprache der Projektleitung Frau Metzner, Planungsbüro Hüllmann, Architekten und Ingenieure, mit dem WOL (Herr Brever) so gestaltet werden, dass die bewachsenen Ufer des Gewässerbetts stehen bleiben und dahinter die Abgrabung vorgenommen wird. Dazu wird am ober- und unterstromigen Beginn/Ende der Abgrabung das Ufer durchbrochen, damit die Fläche überströmt werden kann. Es soll auch ein zusätzlicher Gewässerlauf in die Fläche gelegt werden. Der genaue Verlauf dieses Gerinnes ist

aus hydraulischer Sicht für das Hochwassergesehen nicht wichtig. Grundsätzlich muss sichergestellt sein, dass das berechnete Retentionsvolumen mit der Abgrabung auch tatsächlich erreicht wird.

Abbildung 5: Planungselemente mit Abgrabung und Schnittlinie

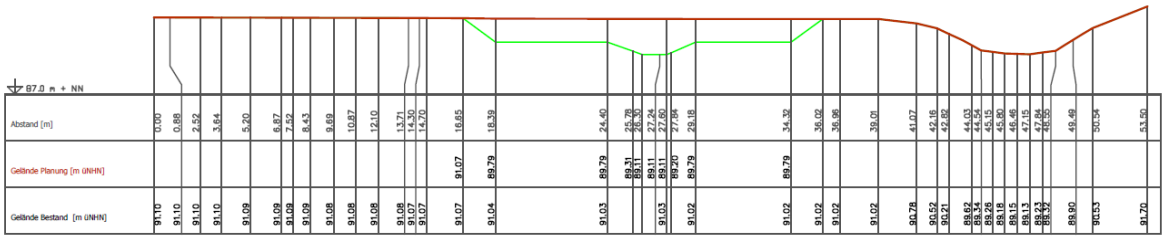

Abbildung 6: Schnitt durch die Abgrabung für den Retentionsraumausgleich (Lage des Schnitts siehe Abbildung 5)

7 Ergebnisse der Strömungsmodellierung für den Planungszustand

Das Ergebnis der Strömungsberechnung für den Planungszustand ist in den Abbildungen 7 und 8 dargestellt. Die Strömung wird gegenüber dem Istzustand durch die Errichtung der Rettungswache von der B64 mehr zum Gewässerbett des Haustenbachs hin umgelenkt. Durch die Abgrabung für den Retentionsraumausgleich wird hier das Abflussvermögen erhöht, wobei die

Abgrabung mit einem Stricklerparameter von 12 $m^{1/3}/_s$ sehr rauh angesetzt wurde, da hier von einer freien Vegetationsentwicklung durch die natürliche Sukzession ausgegangen wird. Zusätzlich wirkt sich der Rückbau der Betonplatte über den Haustenbach positiv auf die Abflussleistung des Gewässers aus.

Die Wasserspiegeldifferenzen (Abbildung 8) zeigen, dass es nur zu unwesentlichen Wassserspiegelveränderungen kommt. Die maximalen Veränderungen im Bereich von Gebäuden betragen 4 mm. Dies liegt unterhalb der Erheblichkeitsschwelle. Die geplante Bebauung in Kombination mit der Retentionsraumausgleichsmaßnahme und der Abgrabung der Stadt Delbrück verursacht also in Bezug auf den Hochwasserschutz keine Nachteile für die Anlieger. Lediglich in dem Zwischenraum zwischen Rettungswache und B64 erhöht sich der Wasserspiegel um 0,03 m. Dort ist keine Bebauung betroffen. Es sollte jedoch geprüft werden, ob eine kleine Geländeanhöhung entlang der B64 vorgenommen werden kann. Damit könnte die Sicherheit vor einer Überströmung der B64 von Süden aus erhöht werden. Nach den Berechnungsergebnissen wird die Straße aber auch im Planungsfall nicht von Süden aus überströmt. Das Gelände am Straßenrand ist wenige Zentimeter höher als der Wasserspiegel beim HQ_{100}.

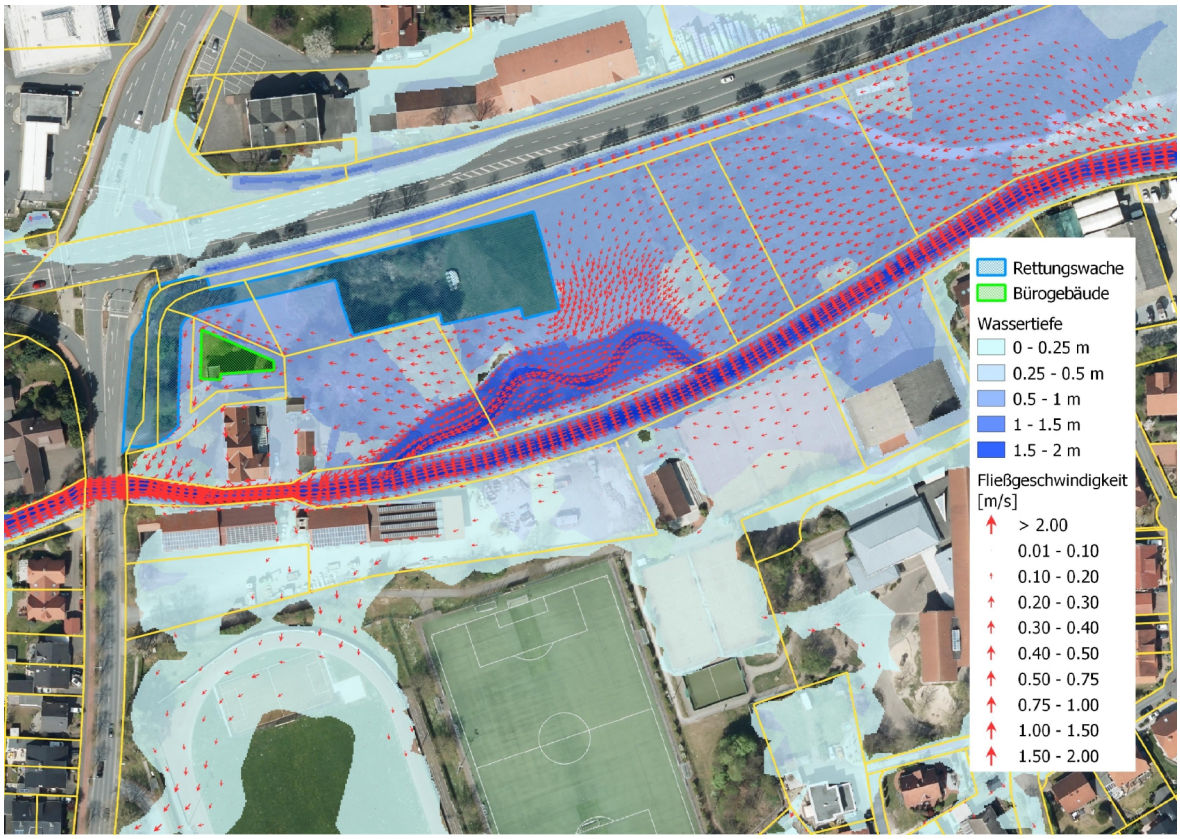

Abbildung 7: Simulationsergebnis Planungsfall, HQ_{100}

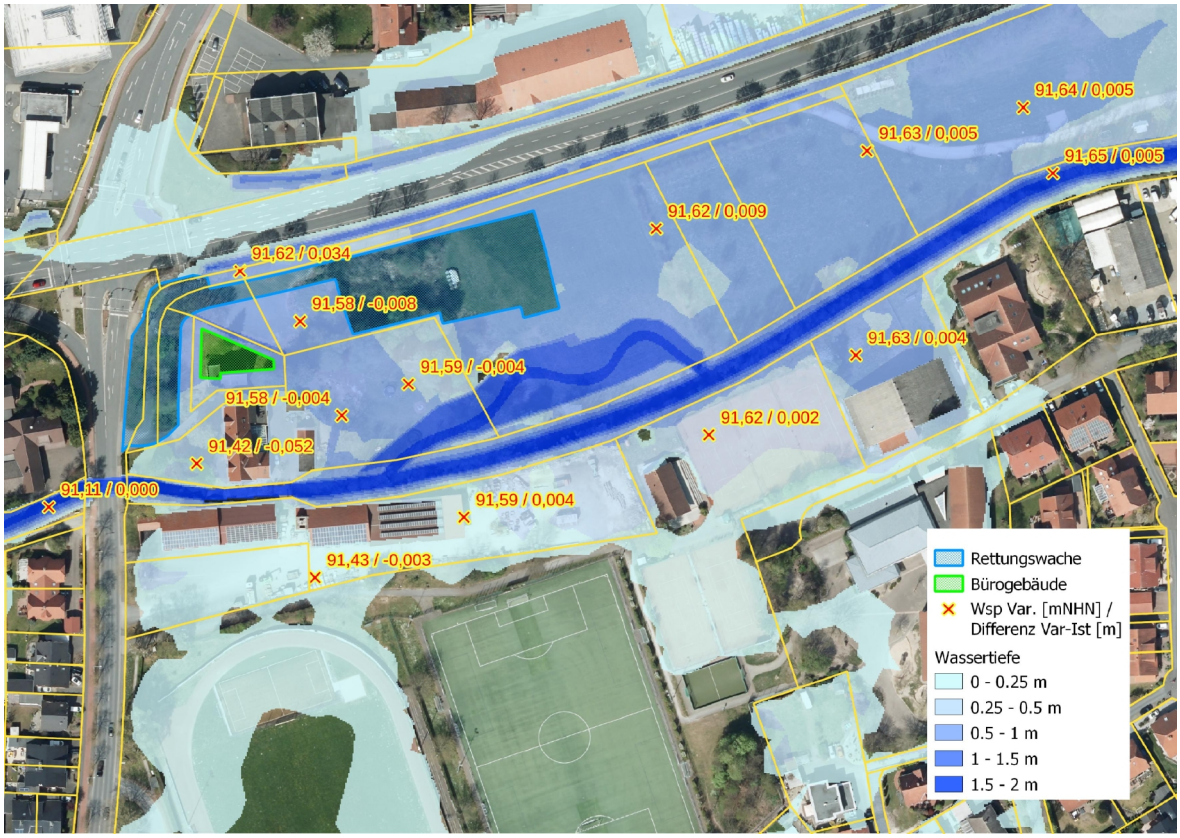

Abbildung 8: Simulationsergebnis Planungsfall mit Differenz zum Istzsutand, HQ_{100}

8 Retentionsraumbilanz

Für die Aufstellung der Retentionsraumbilanz wurde das Wasservolumen unter dem Wasserspiegel des HQ_{100} für die folgenden vier Bilanzräume aufgestellt:

1. Rettungswache mit Zufahrt

2. Bürogebäude und Bestandswohnhaus

3. Retentionsraumausgleichsmaßnahme für die Rettungswache

4. Abgrabungsfläche der Stadt Delbrück

Die Bestimmung des Wasservolumens wurde für jeden der vier Bilanzräume für den Istzustand und den Planungsfall vorgenommen. Dazu wurde ein Raster der Wassertiefe (Rasterweite 0,5 m) für die beiden Fälle aufgestellt und das Wasservolumen in den jeweiligen Bilanzräumen aufsummiert.

Abbildung 9 zeigt das Wasservolumen für den Istzustand für die drei Bilanzräume. Auf der Fläche, die für die Rettungswache zukünftig hochwasserfrei gelegt werden soll, befindet sich ein Wasservolumen von 1.837 m³. Auf der Fläche für das Bürogebäude mit dem heute noch vorhandenen Wohngebäude befinden sich 152 m³ Wasser, auf der Fläche für den Retentionsraumausgleich der Rettungswache 1.302 m³ und auf der Fläche der Stadt 316 m³.

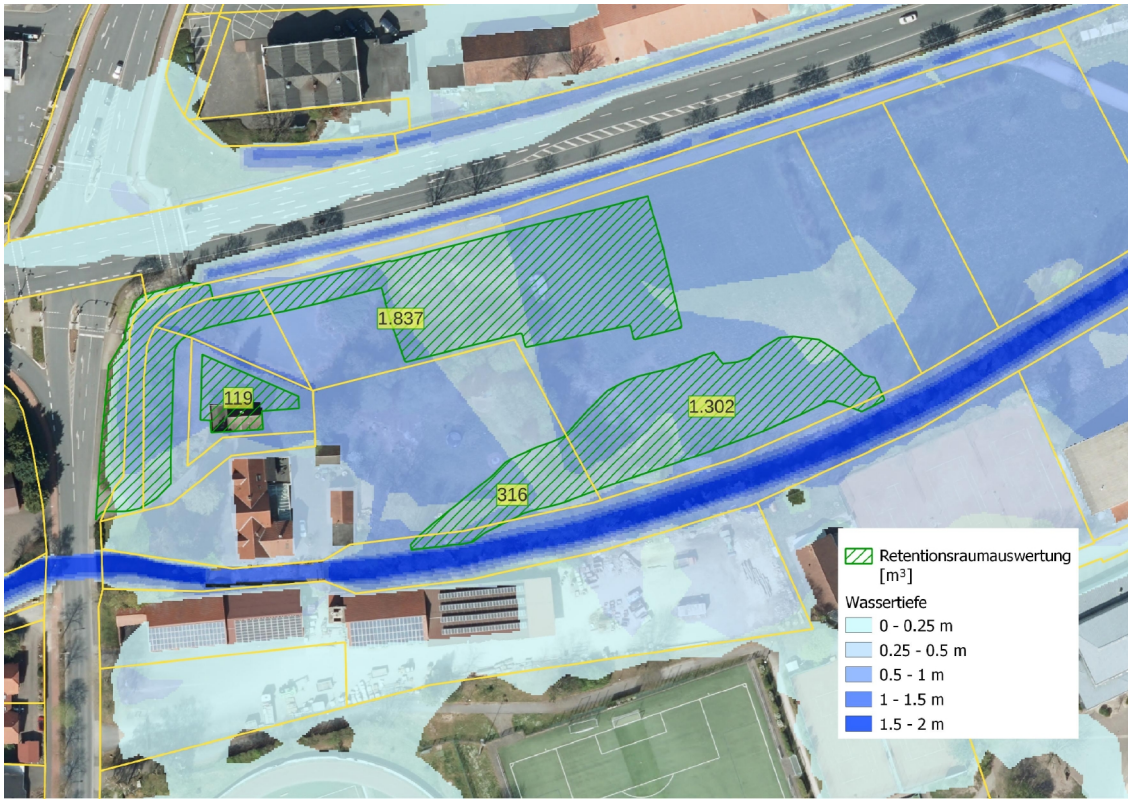

Abbildung 9: Retentionsraum Istzustand, HQ_{100}

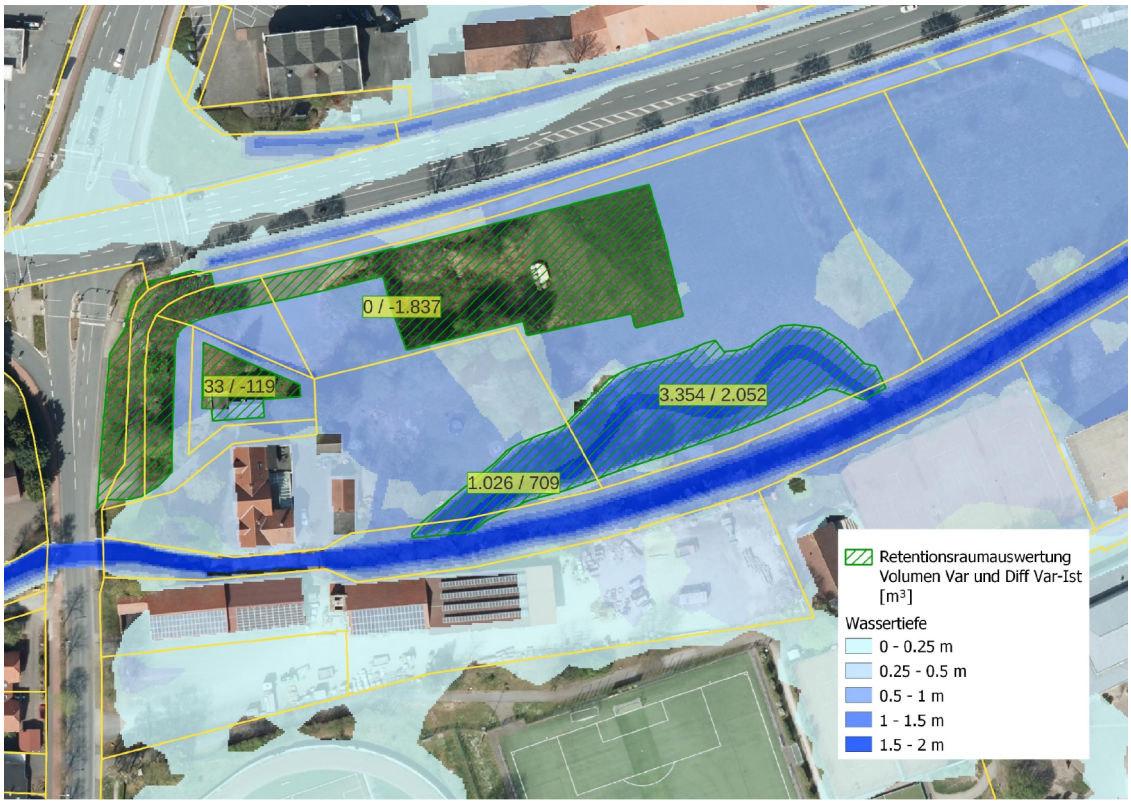

Abbildung 10: Retentionsraum Planungszustand mit Differenz zum Istzustand, HQ_{100}

Die Auswertung für den Planungsfall zeigt das Wasservolumen für diesen Fall und die Differenz zum Istzustand.

Das Wasservolumen auf der Bilanzfläche für die Rettungswache geht vollständig verloren. Hier entsteht also ein Verlust von 1.837 m³. Auf der Fläche des Retentionsraumausgleichs entsteht durch die Abgrabung aber ein Retentionsraumgewinn von 2.052 m³. Der Verlust durch den Bau der Rettungswache und der Zufahrt wird also mehr als ausgeglichen.

Für die Bilanzfläche des Bürogebäudes/Bestandsgebäudes ergibt die Bilanz einen Retentionsraumverlust von 119 m³. Dieser Verlust soll auf dem vorhandenen Flurstück durch Abgrabungen ausgeglichen werden, sodass dort die Bilanz dann auch ausgeglichen wird.

Auf der Abgrabungsfläche der Stadt Delbrück entsteht zusätzlich noch ein Retentionsraumgewinn von 709 m³.

9 Zusammenfassung

Im Überschwemmungsgebiet des Haustenbachs ist die Errichtung einer Rettungswache und eines Bürogebäudes geplant. Es war der Nachweis zu führen, dass durch die geplante Bebauung keine Nachteile für die Anlieger im Hinblick auf den Hochwasserschutz entstehen. Ferner war der Retentionsraumverlust zu ermitteln und auszugleichen.

Die notwendigen hydraulischen Untersuchungen wurden mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell (2D-Modell) durchgeführt.

Für das Untersuchungsgebiet wurde das Strömungsmodell auf der Grundlage des digitalen Geländemodells des Landes NRW und von aktuell vermessenen Querprofilen des Haustenbachs aufgestellt. Mit dem Modell wurden Berechnungen für den Istzustand und den Planungszustand für das HQ_{100} durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die geplanten Maßnahmen in Kombination mit der Ausgleichsmaßnahme für den Retentionsraumverlust der Rettungswache und den Rückbau der Brückenplatte nicht zu einer Verschlechterung der Hochwassersituation für die Anlieger führen. Hierbei ist festzuhalten, dass die Rettungswache aus hydraulischer Sicht auch ohne den Abriss des Wohngebäudes und den Neubau des Bürogebäudes realisiert werden kann. Die Rettungswache ist von dieser Maßnahmen unabhängig. Der Rückbau der Brückenplatte und der Retentionsraumausgleich sind aber zwingende Voraussetzungen für den Bau der Rettungswache.

Für den Bau der Rettungswache und der Zuwegung gehen 1.837 m³ Retentionsraum verloren, die durch die Ausgleichsmaßnahme mit einem Retentionsraumgewinn von 2.052 m³ mehr als ausgeglichen werden.

Durch den Abriss des Wohngebäudes und den Neubau des Bürogebäudes entsteht ein Retentionsraumverlust von 119 m³. Dieser Verlust soll durch die Abgrabung auf dem Grundstück ausgeglichen werden.

Quellenverzeichnis:

[1] „Benutzerhandbuch Hydro_AS-2D“, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen 2021