

**Projektbericht**

# **Hydraulischer Nachweis Verwaltung Swistaue**



**Auftraggeber**

**Stadt Meckenheim**

**Aachen, April 2022**

**Impressum**

Verfasser	Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH Bachstraße 62-64 52066 Aachen +49 241 94689 0 <a href="mailto:mail@hydrotec.de">mail@hydrotec.de</a> <a href="http://www.hydrotec.de">www.hydrotec.de</a>
Auftraggeber	Stadt Meckenheim
Projektbetreuung	Michaela Kempf
Autoren	Dipl.-Ing. Rainer Räder Dr.-Ing. Oliver Buchholz
Bildnachweis	Das Titelbild zeigt einen Modellausschnitt im Planzustand bei HQ100 (gelb: geplante Verwaltung; Hydrotec).
Stand	April 2022
Projektnummer	P2608

© 2022 Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>1 Veranlassung und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2 Untersuchungsgebiet</b>	<b>6</b>
<b>3 Datengrundlage</b>	<b>7</b>
<b>4 Hydrologische Grundlagen</b>	<b>7</b>
<b>5 Modellaufbau</b>	<b>9</b>
5.1 Flussnetz.....	9
5.2 Vorlandnetz.....	10
5.2.1 Bearbeitung der Gebäude.....	10
5.2.2 Berücksichtigung der Dammstruktur .....	11
5.2.3 Gesamtnetz .....	12
<b>6 Kalibrierung</b>	<b>14</b>
<b>7 Hydraulische Berechnungen und Auswertung</b>	<b>15</b>
7.1 HQ100 .....	15
7.2 HQextrem.....	18
<b>8 Zusammenfassung und Beurteilung</b>	<b>22</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Geplante Verwaltung (rot markiert); Gewässerkilometer ca. 26,7 bis 27,1 (Geobasisdaten Land NRW 2022).....	6
Abbildung 2-2:	Umgrenzung des 2D-Modells (rot; Geobasisdaten Land NRW 2022).....	7
Abbildung 4-1:	Skalierte Zuflussganglinien für HQ100 (blau) und HQextrem (rot).....	8
Abbildung 5-1:	Flussnetz mit Querprofilen und Längsachse (schwarz) zwischen Johannesstraße und Adendorfer Straße, Blick in Fließrichtung.....	10
Abbildung 5-2:	Gebäudeumgriffe (rechts die Swist, daneben der geplante Damm, Geobasisdaten Land NRW 2022).....	11
Abbildung 5-3:	Elementstruktur im Referenz- (oben) und Planzustand (unten), Blick in Fließrichtung .....	12
Abbildung 5-4:	Nutzungen im Bereich der Maßnahme (Referenzzustand; Geobasisdaten Land NRW 2022)) .....	13
Abbildung 6-1:	Hydraulischer Längsschnitt der Kalibrierungsergebnisse (2D-WSP in Rot).....	15
Abbildung 7-1:	Überflutungsflächen beim HQ100 zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)) .....	16
Abbildung 7-2:	keine Überflutungen beim HQ100 zwischen Johannesstraße und Merler Straße, km 26,3 – 26,7 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022).....	17
Abbildung 7-3:	Hydraulischer Längsschnitt: Vergleich HQ100 Referenz- und Planzustand.....	18
Abbildung 7-4:	Überströmung des Damms beim HQextrem mit Überströmungshöhen (Geobasisdaten Land NRW 2022) .....	19
Abbildung 7-5:	Überflutungsflächen beim HQextrem zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022).....	20
Abbildung 7-6:	Überflutungsflächen beim HQextrem zwischen Johannesstraße und Merler Straße, km 26,3 – 26,7 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022).....	21
Abbildung 7-7:	Überflutungsflächen beim HQextrem mit erhöhtem Damm zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022).....	22

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Zuflüsse zum 2D-Modell.....	8
Tabelle 5-1:	Nutzung und kst-Werte im 2D-Modell.....	13

## **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1: Hydraulischer Längsschnitt der Swist – Kalibrierung HQ100

Anlage 2: Hydraulischer Längsschnitt der Swist – Kalibrierung HQextrem

Anlage 3: Hydraulischer Längsschnitt der Swist – HQ100, Referenz- und Planzustand

Anlage 4: Hydraulischer Längsschnitt der Swist – HQextrem, Referenz- und Planzustand

# 1 **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Berthold Becker GmbH, Bad Neuenahr, hat für die Stadt Meckenheim eine etwa 350 m lange Verwallung im Bereich der Swist-Aue, Schützenstraße und Mühlenstraße in Meckenheim geplant. Die Maßnahme wurde in Lageplänen und Längsschnitten dokumentiert.

Hydrotec wurde am 21. Februar 2022 beauftragt nachzuweisen, dass die Maßnahme einerseits die geforderte Schutzwirkung erfüllt und andererseits keine negativen Auswirkungen durch den Bau für die Unterlieger zu erwarten sind.

Die Nachweise wurden mittels 2D-Berechnung mit den vorliegenden Abflusswerten für das HQ100 und das HQextrem durchgeführt.

## 2 Untersuchungsgebiet

Die geplante Verwaltung befindet sich in Meckenheim zwischen der Adendorfer Straße und der Adolf-Kolping-Straße / Johannesstraße linksseitig der Swist auf einer Wiesenfläche. In Abbildung 2-1 ist die Lage der Verwaltung in Meckenheim rot markiert dargestellt.

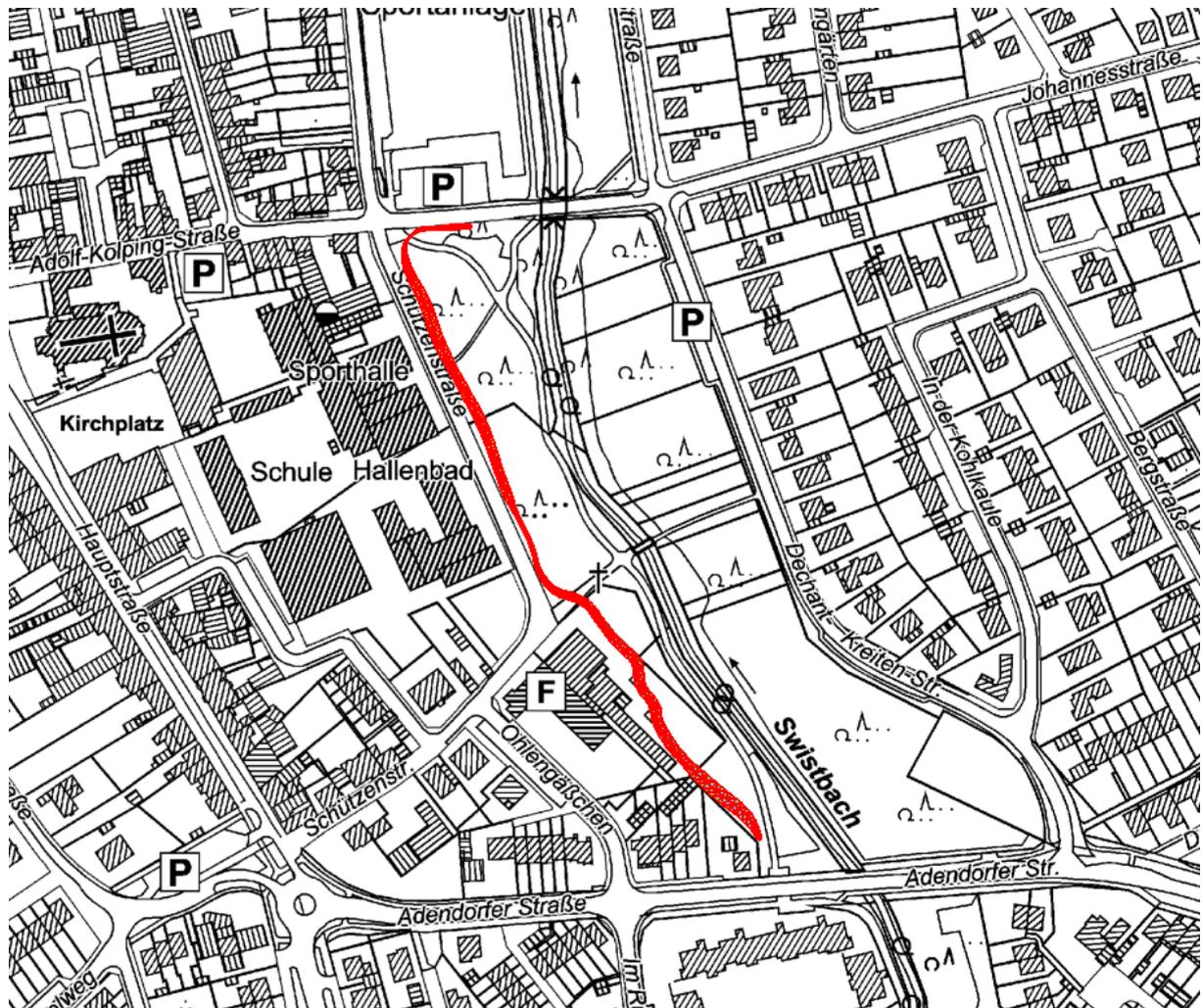


Abbildung 2-1: Geplante Verwaltung (rot markiert); Gewässerkilometer ca. 26,7 bis 27,1 (Geobasisdaten Land NRW 2022)

Für den hydraulischen Nachweis wurde ein 2D-Modell der Swist erstellt. Das Modell enthält ca. 140.000 Knoten und reicht von Fluss-km 28,6 bis Fluss-km 22,1. In Abbildung 2-2 ist die Umgrenzung des 2D-Modells in Rot dargestellt.

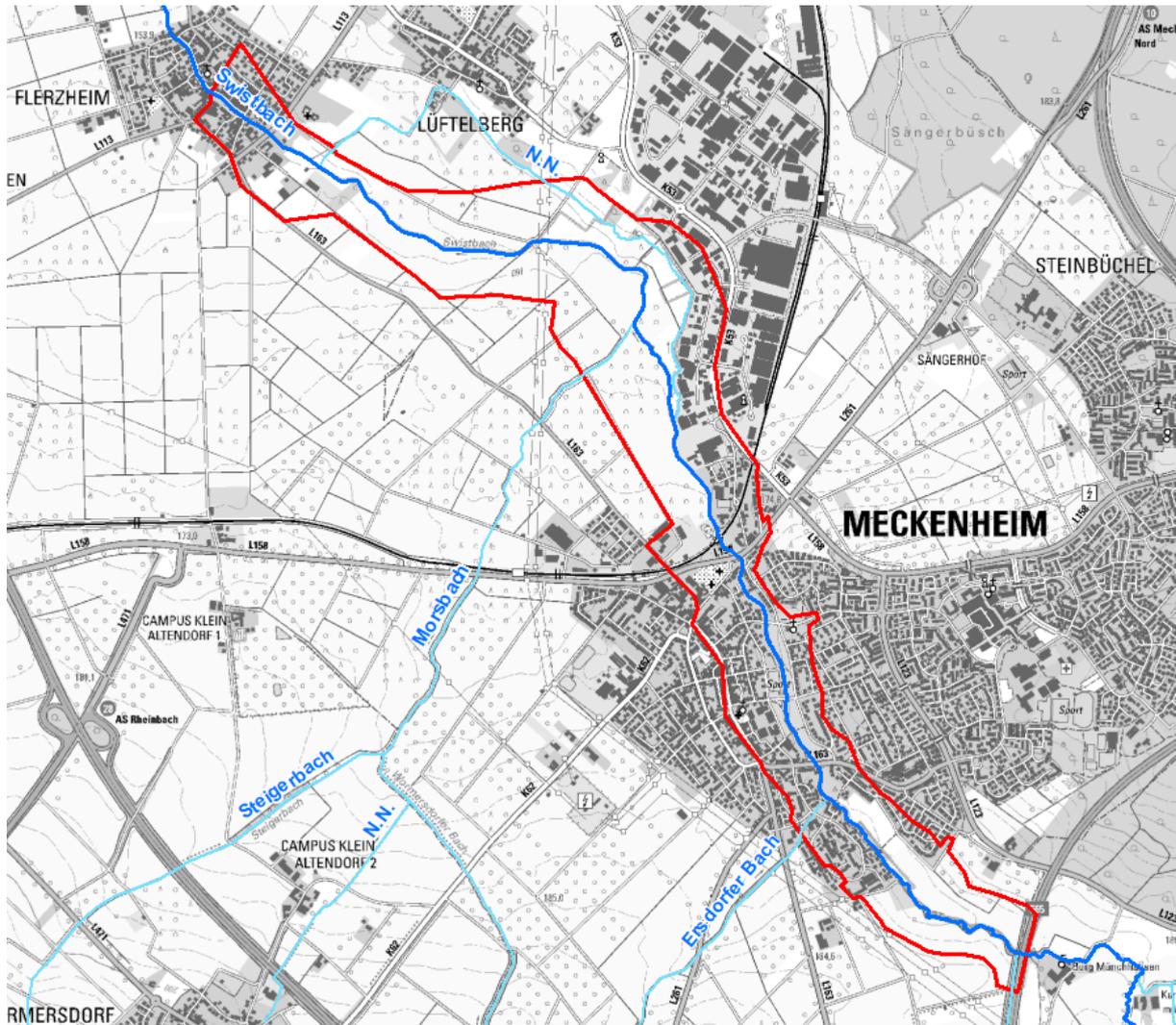


Abbildung 2-2: Umgrenzung des 2D-Modells (rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)

### 3 Datengrundlage

Zur Projektbearbeitung standen folgende Daten zur Verfügung:

- Planungsdaten im PDF-Format (Lieferung durch AG am 30.11.2021)
- Planungsdaten im CAD-Format (Lieferung durch AG am 26.01.2022)
- Vermessungsdaten des Swistbachs als Jabron-Datenbank (Lieferung durch AG am 22.12.2021)
- Digitales Geländemodell im 1-Meter-Raster DGM1 (Geodaten-Server NRW)
- ALKIS-Daten der Landnutzung (Geodaten-Server NRW)
- Gebäudeumrisse (Geodaten-Server NRW)

Alle Daten wurden gesichtet, plausibilisiert und für die weitere Untersuchung vorbereitet.

### 4 Hydrologische Grundlagen

Grundlage für die Zuflüsse für die zu berechnenden Jährlichkeiten lieferten die im 1D-Modell des Erftverbands enthaltenen Abflusswerte. Es handelt sich um die vor dem Hochwasserereignis von Juli 2021 gültigen Abflusswerte (Aufgrund des Hochwassers von 2021 wird die Pegelstatistik derzeit seitens der Bezirksregierung überarbeitet, so dass sich die Abflusswerte für

künftige Bemessungen ändern werden). Ob weitere Berechnungen mit den aktualisierten statistischen Werten erfolgen müssen, wird zu einem späteren Zeitpunkt geklärt. Die Zuordnung zum 2D-Modell kann Tabelle 4-1 entnommen werden.

Tabelle 4-1: Zuflüsse zum 2D-Modell

Station		HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>extrem</sub>	ΔQ <sub>100</sub>	ΔQ <sub>extrem</sub>	Bezeichnung Modell
von km	bis km	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	
22,791	24,172	21,6	30,3	0,2	0,3	Z_NN
24,266	24,632	21,5	30,0	4,1	5,7	Z_Morsbach
24,760	27,181	17,4	24,3	0,3	0,4	Z_Ersdorfer
27,306	27,878	17,1	23,9	2,0	2,7	Z_NN
27,975	28,580	15,1	21,2	15,1	21,2	Z_Swist

Der Zufluss in die Swist an der oberen Modellgrenze (km 28,6) wurde als instationärer Zufluss zugegeben. Zur Ermittlung der Zuflussganglinie können entweder Standardganglinien genutzt werden, die in Abhängigkeit des Einzugsgebiets mehr oder weniger Wasservolumen transportieren, oder es wird ein Pegel im Einzugsgebiet genutzt. Im vorliegenden Fall standen Daten des Pegels Weilerswist (km 1,5) zur Verfügung. Anhand der Abflussganglinien eines mittleren Ereignisses an diesem Pegel wurden die Zuflussganglinien für das HQ100 und das HQextrem skaliert. Die erzeugten Zuflussganglinien sind in Abbildung 4-1 zu sehen.

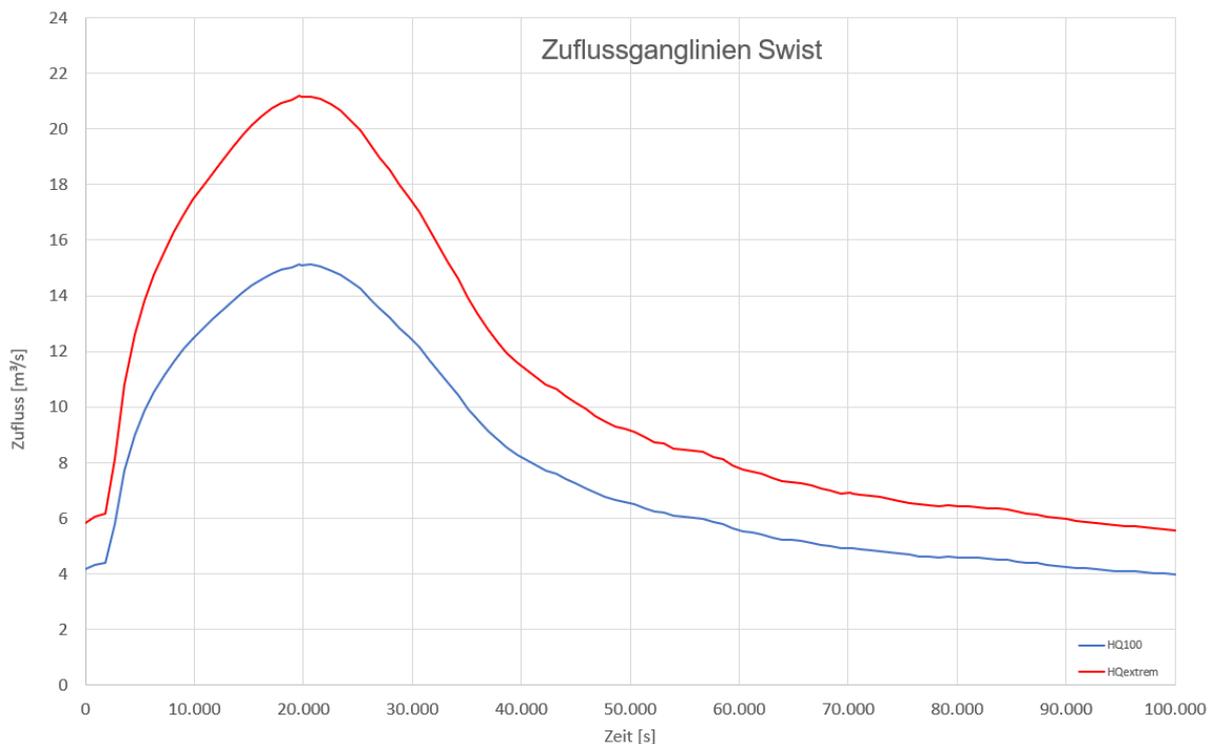


Abbildung 4-1: Skalierte Zuflussganglinien für HQ100 (blau) und HQextrem (rot)

Der Pegel Weilerswist liegt ca. 20 km unterhalb des Untersuchungsgebiets. Vom näher gelegenen Pegel Morenhoven lagen keine Pegelganglinien vor. Zur Prüfung der Sensitivität auf die gewählte Zuflussganglinie wurden die Berechnungen für das HQ100 zusätzlich mit stationärem Zufluss durchgeführt. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Wasserspiegellagen.

## 5 Modellaufbau

### 5.1 Flussnetz

Zur Erzeugung des Flussnetzes wurde das Programm Flussschlauchgenerator in der Version 2.1 genutzt. Das Programm dient zur Erstellung einer dreidimensionalen Abbildung des Flussschlauchs zur Einbindung in ein HYDRO\_AS-2D Modellnetz. Dabei wird auf Grundlage von stationsweise aufgenommenen Querprofilen der dazwischenliegende Bereich in drei Dimensionen interpoliert. Das Ergebnis ist ein Modellnetz des Flussschlauches im erforderlichen 2dm-Format. Der Flussschlauch wird überwiegend mit Rechteckelementen abgebildet.

Als Eingangsdaten werden obligatorische und optionale Daten genutzt. Obligatorisch für die Ausführung des Flussschlauchgenerators sind die Gewässerachse und die Querprofile.

Zusätzlich können weitere Linienstrukturen vorgegeben werden, um auf den Verlauf der Interpolation entlang des Gewässers Einfluss zu nehmen. Dazu gehören u.a.:

- begleitende Längsstrukturen, wie längsverlaufende Uferböschungen oder Mauerstrukturen
- Widerlager und Pfeiler von Bauwerken
- Hilfsprofile quer zum Gewässer, um den Verlauf von mäandrierenden Abschnitten besser abzubilden

Zur Erzeugung des Flussnetzes der Swist wurden die Querprofile einer bestehenden 1D-Datenbank genutzt (Jabron-mxd; Erftverband). In Abbildung 5-1 erkennt man einen Abschnitt des erzeugten Flussschlauchs. In Schwarz sind sowohl die Querprofile als auch die Gewässerachse dargestellt, die die maßgebenden Eingangsdaten zur Flussschlauchherzeugung darstellen.

Brücken wurden detailliert mit Konstruktionsunterkanten und lagegenauer Abbildung der Widerlager erfasst.

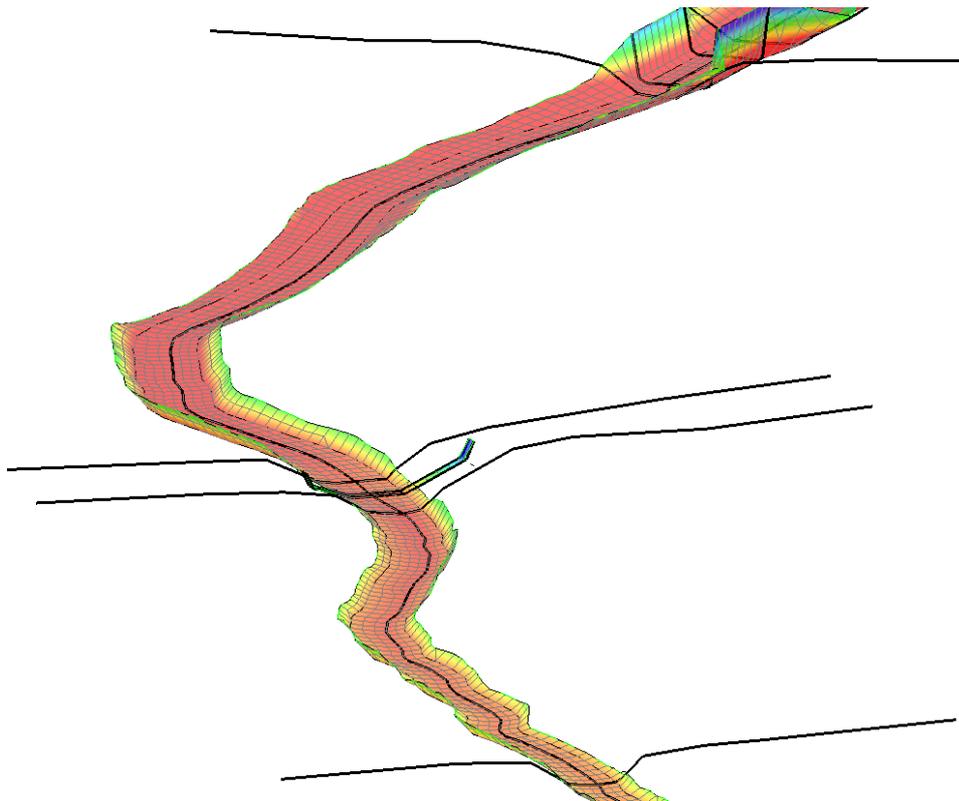


Abbildung 5-1: Flussnetz mit Querprofilen und Längsachse (schwarz) zwischen Johannesstraße und Adendorfer Straße, Blick in Fließrichtung

## 5.2 Vorlandnetz

Das Vorlandnetz wurde mit dem Softwarepaket LASER\_AS-2D erstellt. LASER\_AS-2D wurde entwickelt, um automatisiert hochwertige 2D-Netze zu erstellen, bei denen wesentliche Geländestrukturen und die Qualitätskriterien für 2D-Netze für HYDRO\_AS-2D erhalten bleiben. Neben den Rasterdaten und dem Modellumgriff können optional Bruchkanten sowie der Flussnetzumring vorgegeben werden.

### 5.2.1 Bearbeitung der Gebäude

Die Gebäudeumgriffe wurden aus den Grundlegendaten extrahiert. Entgegen der ansonsten üblichen Praxis, wurden gerasterte Gebäudeumgriffe verwendet. Diese waren bereits für die Starkregenuntersuchung vorbereitet worden. Da die Art der Abbildung im Referenz- und im Planzustand identisch ist, gleichen sich auftretende Differenzen aus.

In Abbildung 5-2 sind die gerasterten Gebäudeumringe für einen Abschnitt im Bereich der geplanten Maßnahme in Grün dargestellt.

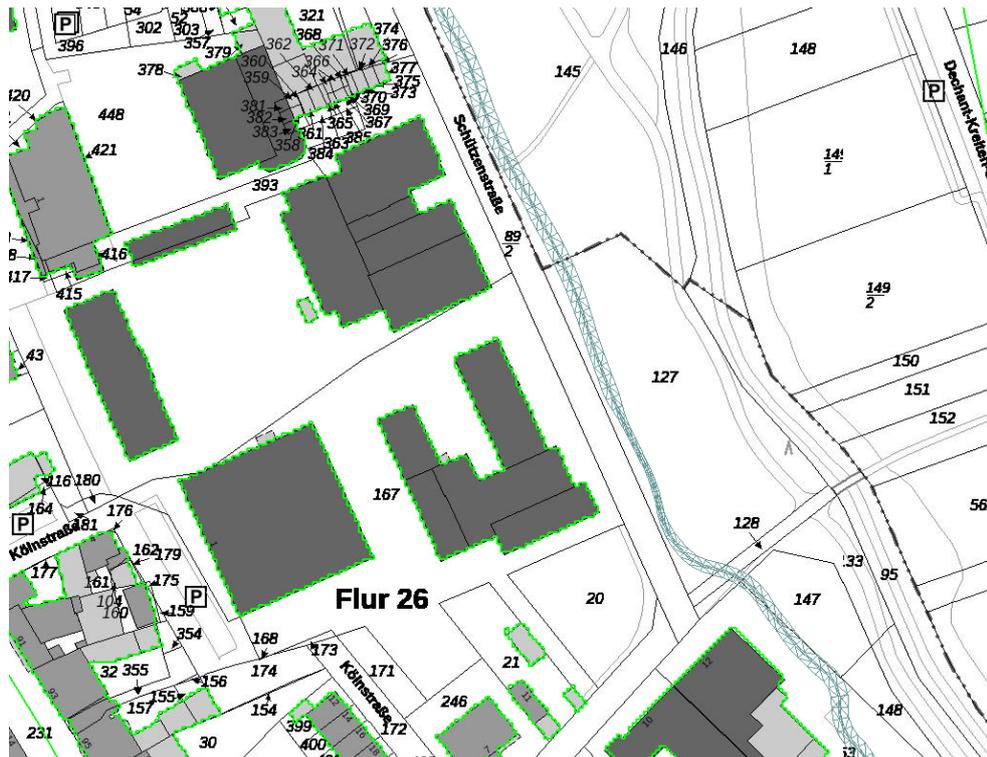


Abbildung 5-2: Gebäudeumgriffe (rechts die Swist, daneben der geplante Damm, Geobasisdaten Land NRW 2022)

### 5.2.2 Berücksichtigung der Dammstruktur

Die geplante Verwaltung wurde bereits in der Elementstruktur des Referenzzustands berücksichtigt (d. h., die Lage des Damms ist anhand der Elementstruktur erkennbar; die Höhen der Elementknoten entstammen den ALS-Daten und somit dem Referenzzustand).

Das hat den Vorteil, dass die Ergebnisse von Referenz- und Planzustand in beiden 2D-Netzen dargestellt werden können (bei Unterschieden in der Elementstruktur können nur mit diesem Netz erzeugte Ergebnisse verarbeitet werden).

In Abbildung 5-3 ist im oberen Teil ein Ausschnitt aus dem 2D-Modell des Referenzzustands und im unteren Teil ein Ausschnitt aus dem 2D-Modell des Planzustands zu sehen. Man erkennt die im Planzustand erhabene Dammstruktur.

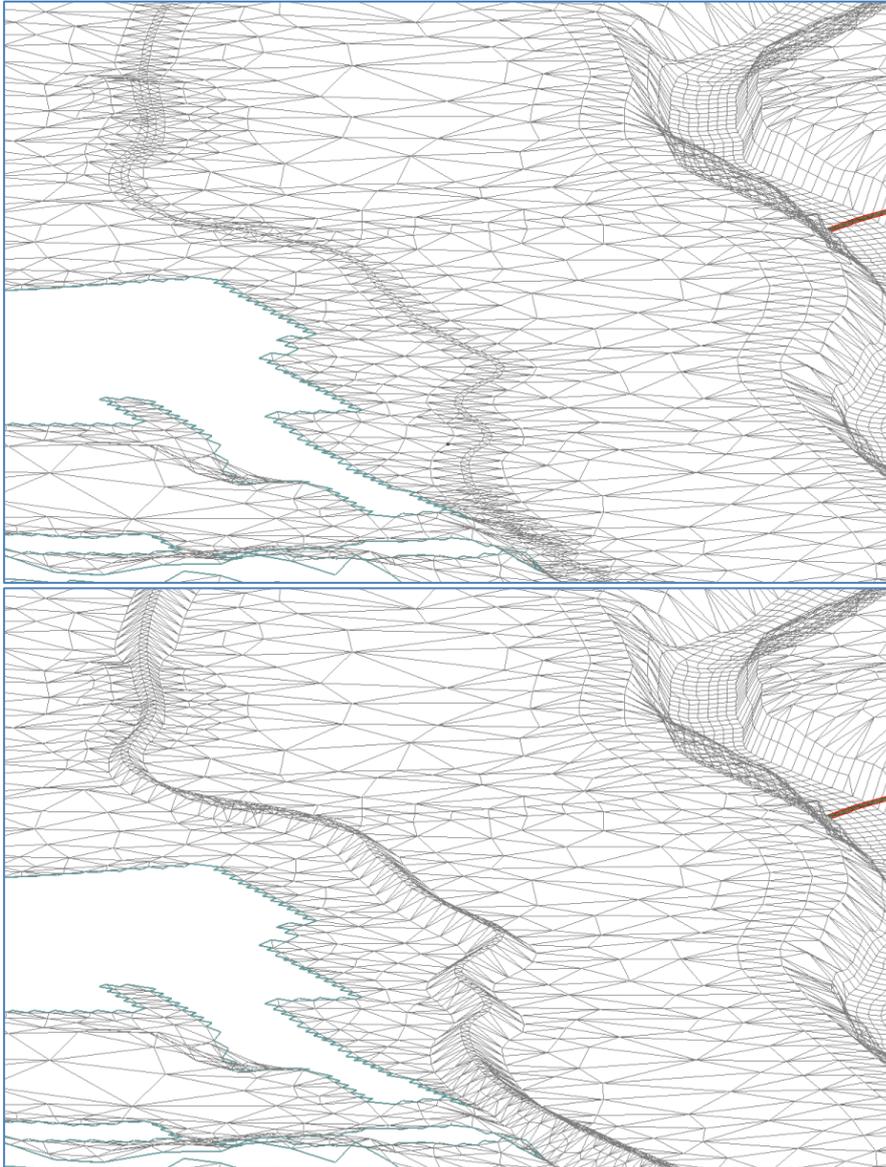


Abbildung 5-3: Elementstruktur im Referenz- (oben) und Planzustand (unten), Blick in Fließrichtung

### 5.2.3 Gesamtnetz

Vorland- und Flussnetz wurden zusammengefügt. Die Elementübergänge zwischen den beiden Netzen wurden geprüft und entsprechend der Anforderung an die Qualitätskriterien für 2D-Berechnungsnetze optimiert. Brücken wurden mittels einer zusätzlichen Randbedingung auf den Netzknoten mit Konstruktionsunterkante abgebildet. Die Berechnungsnetze für Referenz- und Planzustand haben jeweils ca. 137.000 Knoten und 217.000 Elemente. Sie unterscheiden sich nur in der Höhe der Knoten der Verwaltung. Ansonsten sind die beiden Netze identisch.

Die Rauheitszuweisung wurde aus den ALKIS-Daten entnommen und den Elementen des 2D-Netzes zugewiesen. Die Übergangsbereiche zwischen den verschiedenen Nutzungen wurden nicht flächenscharf abgebildet, sondern ergaben sich aus der Elementstruktur (siehe Abbildung 5-4). Das wirkt sich auf die Ergebnisse der Berechnungen nicht signifikant aus.

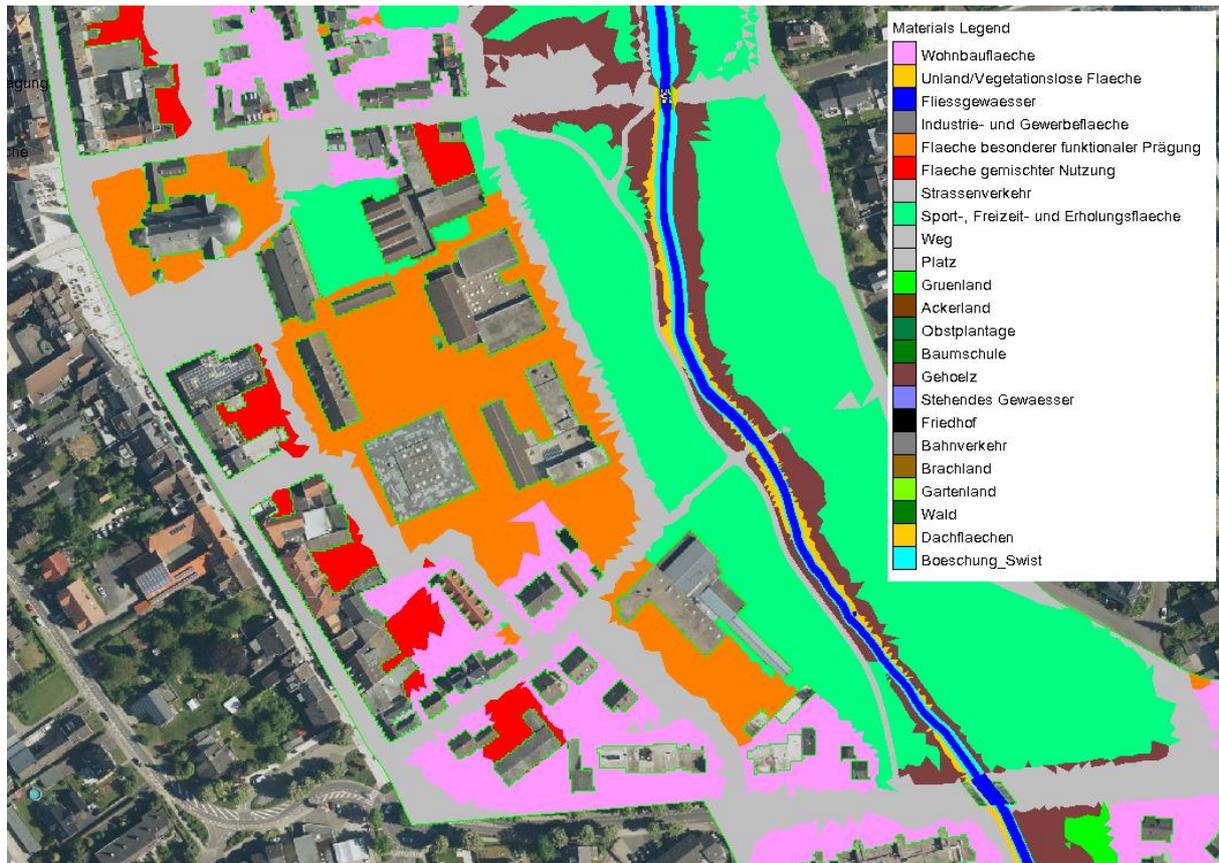


Abbildung 5-4: Nutzungen im Bereich der Maßnahme (Referenzzustand; Geobasisdaten Land NRW 2022))

Den Nutzungen wurden kst-Werte aus Erfahrungswerten zugewiesen. Die Rauheitszuweisung kann Tabelle 5-1 entnommen werden.

Tabelle 5-1: Nutzung und kst-Werte im 2D-Modell

Bezeichnung	kst-Wert
	$m^{1/3}/s$
Wohnbauflaeche	20
Unland/Vegetationslose Flaeche	20
Fliessgewaesser	30
Industrie- und Gewerbeflaeche	20
Flaeche besonderer funktionaler Prägung	20
Flaeche gemischter Nutzung	20
Strassenverkehr	45
Sport-, Freizeit- und Erholungsflaeche	20
Weg	45
Platz	45
Gruenland	20
Ackerland	20
Obstplantage	10
Baumschule	10
Gehoelz	10

Bezeichnung	kst-Wert
	$m^{1/3}/s$
Stehendes Gewaesser	30
Friedhof	20
Bahnverkehr	25
Brachland	20
Gartenland	20
Wald	10
Dachflaechen	50
Boeschung_Swist	10

Die Nutzungszuweisung ist im Referenz- und im Planzustand identisch. Im Referenzzustand befindet sich im Bereich der geplanten Verwaltung eine Wiese. Die Verwaltung soll nach der Fertigstellung wieder mit Gras eingesät werden.

## 6 Kalibrierung

Zur Kalibrierung wurden die Wasserspiegellagen des kalibrierten 1D-Modells genutzt. Durch Variation der Rauheit im Gewässer und auf den Böschungen wurde eine gute Annäherung an die Berechnungsergebnisse der 1D-Simulation erreicht. Es ergab sich für die Sohle der Swist ein kst-Wert von  $30 m^{1/3}/s$  und für die Böschungen ein kst-Wert von  $10 m^{1/3}/s$  (Die Aneicherung erfolgte nicht für die ganze Swist, sondern nur für den betreffenden Abschnitt; km 26,3 – km 27,3).

In Abbildung 6-1 sind die Ergebnisse der maßgebenden Kalibrierungsberechnung als Wasserspiegellagen für das HQ100 des 1D-Modells (blau) und des 2D-Modells (rot) aufgetragen (Bei der Abbildung handelt es sich um einen Ausschnitt aus Anlage 1; der eingetragene Maßstab bezieht sich auf die Anlage; in Anlage 2 wurden die Ergebnisse der Kalibrierung für das HQextrem dargestellt).



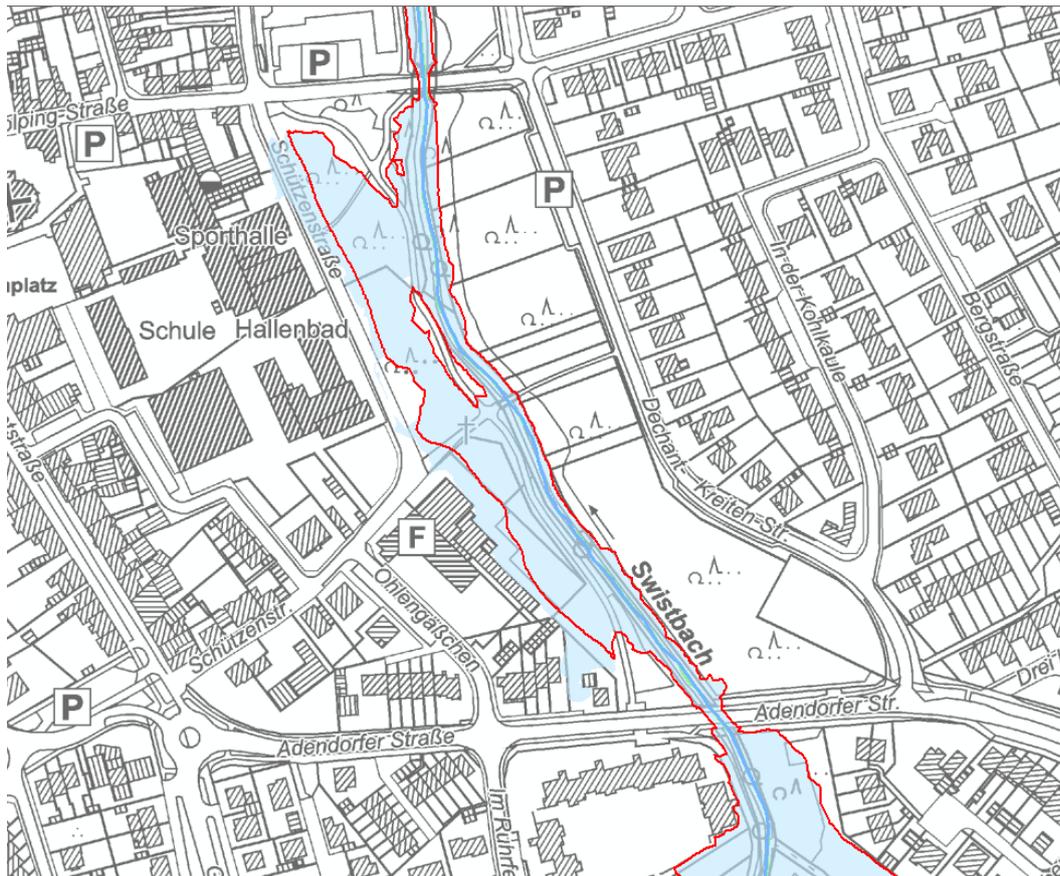


Abbildung 7-1: Überflutungsflächen beim HQ100 zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)

Neben den dargestellten Differenzen sind keine weiteren Differenzen der Überflutungsfläche HQ100 erkennbar.

In Abbildung 7-2 ist der Abschnitt zwischen Johannesstraße und Merler Straße für den Referenz- und den Planzustand abgebildet. Man erkennt, dass sich auf diesem Abschnitt keine Überflutungen ergeben.

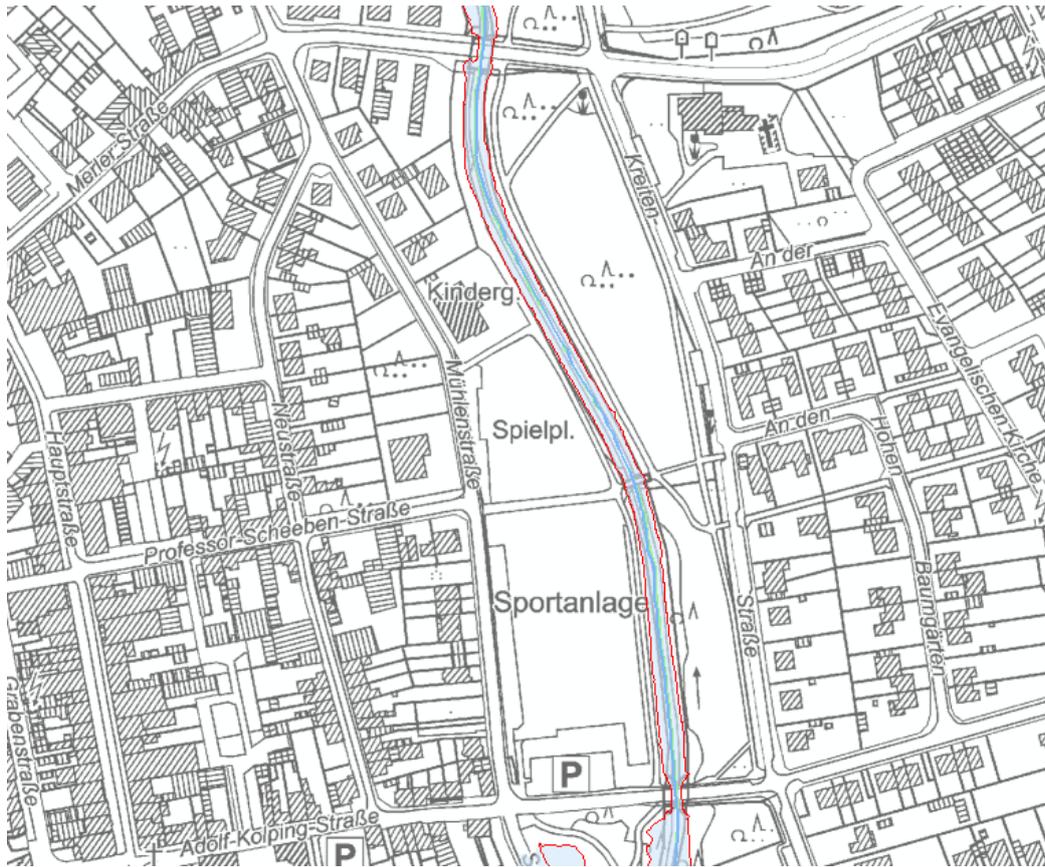


Abbildung 7-2: keine Überflutungen beim HQ100 zwischen Johannesstraße und Merler Straße, km 26,3 – 26,7 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)

Im hydraulischen Längsschnitt sind aufgrund der geringfügigen Flächendifferenzen im Bereich der Maßnahme keine Unterschiede der Wasserspiegellagen zwischen Referenz- und Planzustand zu sehen (siehe Abbildung 7-3 bzw. Anlage 3, Blatt 3; die Maßstabsangabe bezieht sich auf die Anlage).

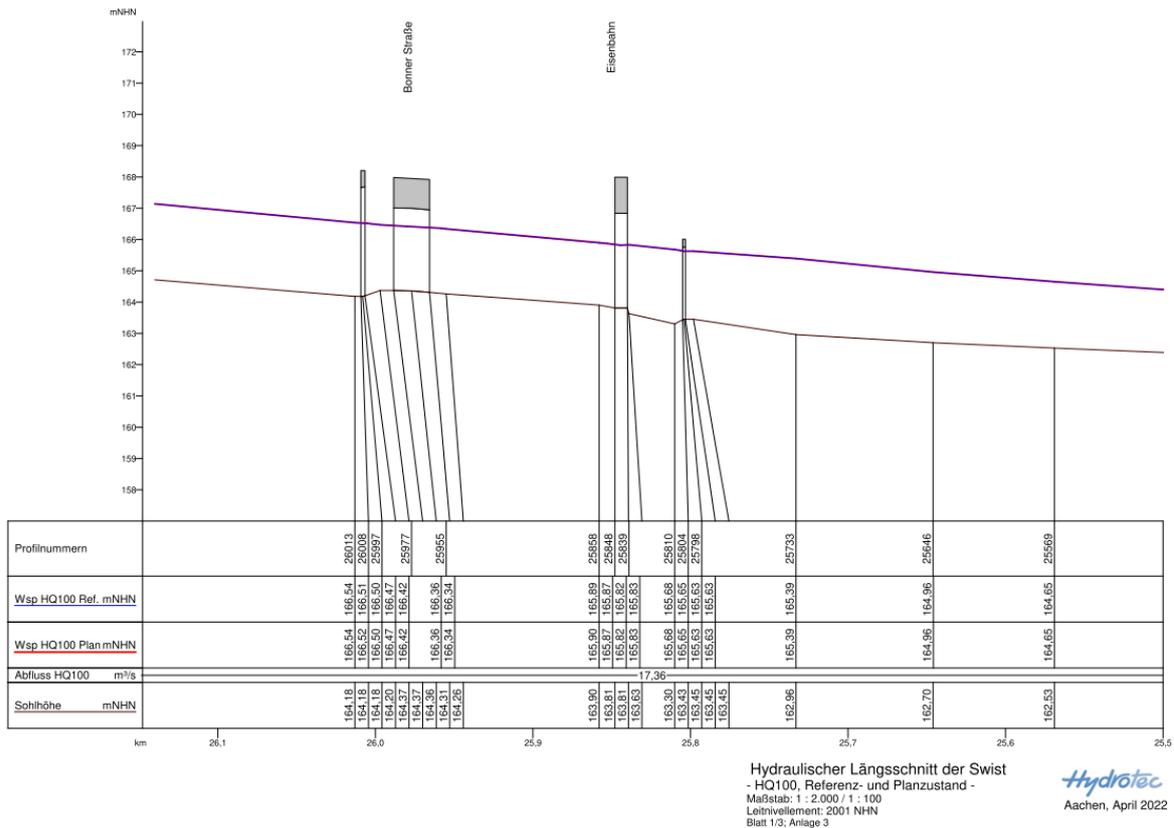


Abbildung 7-3: Hydraulischer Längsschnitt: Vergleich HQ100 Referenz- und Planzustand

## 7.2 HQextrem

Auf Empfehlung der Unteren Wasserbehörde Rhein-Sieg-Kreis und in Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde auch das HQextrem berechnet und ausgewertet. Die Ergebnisdifferenzen sind wie schon beim HQ100 sehr geringfügig.

Der Damm wird beim HQextrem an der nördlichen Seite im Anschlussbereich an die Johannesstraße überströmt. Die Höhe der Überströmung beträgt etwa fünf Zentimeter. In Abbildung 7-4 ist die Stelle, die überströmt wird, erkennbar. Das Wasser fließt dann hinter dem Damm in südliche Richtung entlang der Schützenstraße und überflutet die angrenzende Bebauung. Die Überströmhöhen sind eingetragen.

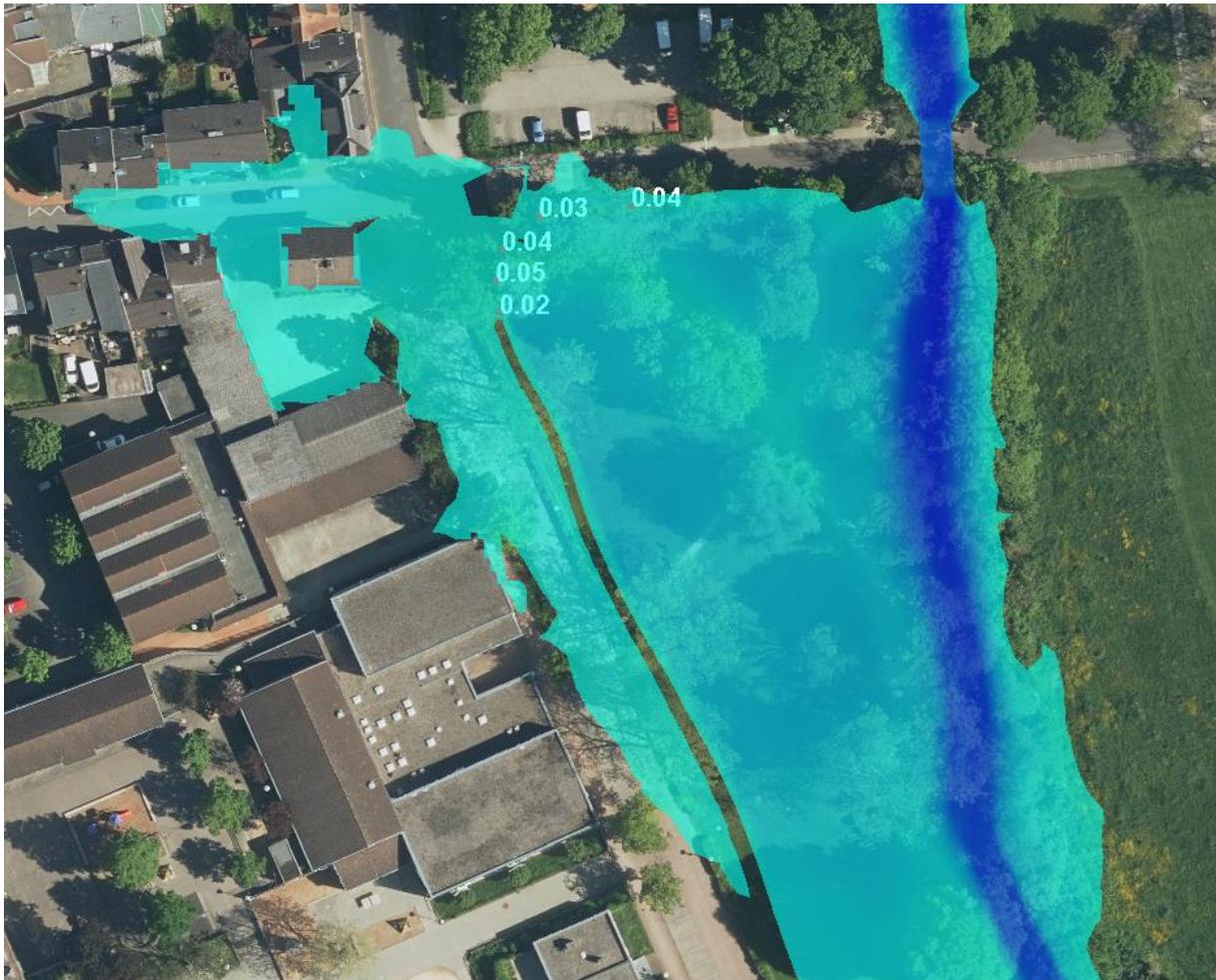


Abbildung 7-4: Überströmung des Damms beim HQextrem mit Überströmungshöhen (Gebasisdaten Land NRW 2022)

In Abbildung 7-5 sowie in Abbildung 7-6 ist der Vergleich der Überflutungsflächen zwischen Referenz- und Planzustand erkennbar. Die Flächen des Referenzzustands sind wieder in flächigem Blau, die des Planzustands als rote Umrandung markiert.

Insgesamt wirkt sich die Errichtung des Damms im Falle des HQextrem-Abflusses auch für die Unterlieger günstig aus, weil ein größerer Abflussanteil durch den Damm wieder in die Swist geleitet wird, die auf den folgenden Abschnitten über ausreichend Leistungsfähigkeit verfügt, um das zusätzliche Wasser schadlos aufzunehmen und abzuführen. Der im Referenzzustand vorhandene Fließweg über die Mühlenstraße sowie die damit verbundene Überflutung angrenzender Bebauung entfällt dadurch gänzlich.

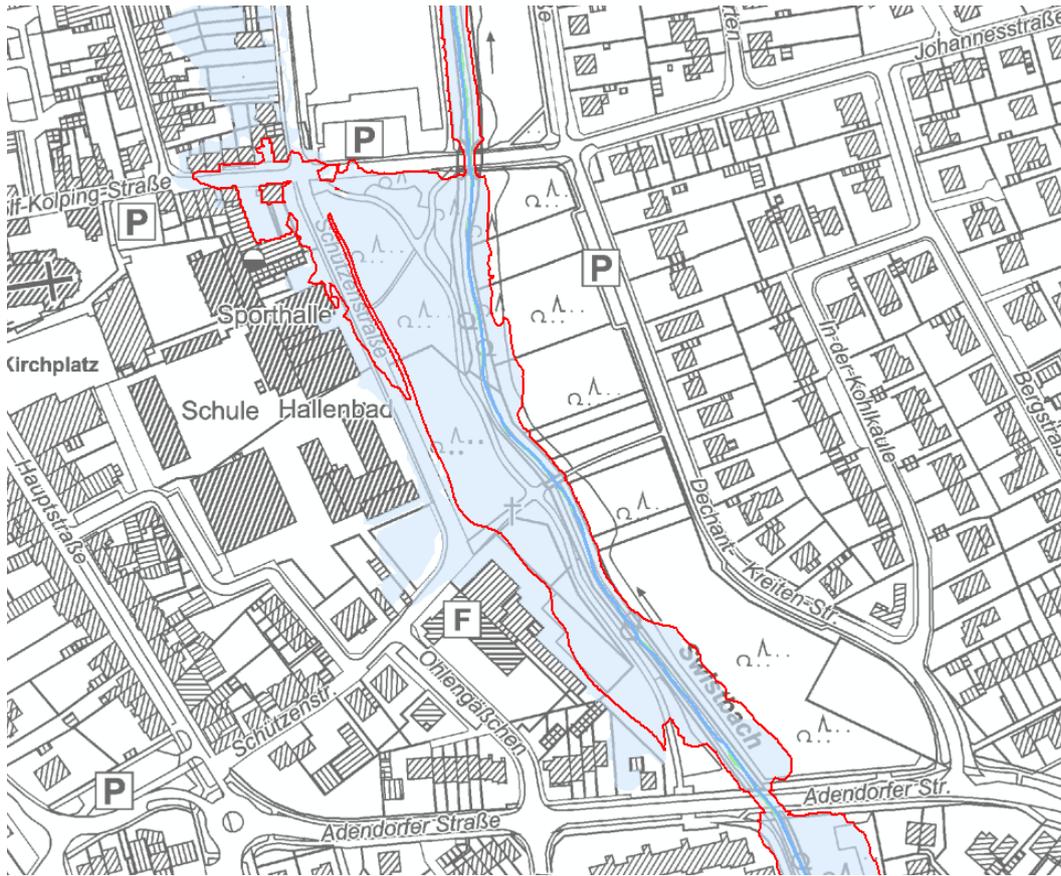


Abbildung 7-5: Überflutungsflächen beim HQextrem zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)



Abbildung 7-6: Überflutungsflächen beim HQextrem zwischen Johannesstraße und Merler Straße, km 26,3 – 26,7 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)

Die Änderungen der Wasserspiegellagen in der Swist sind nicht signifikant und können Anlage 4 entnommen werden.

Durch eine Erhöhung des Damms um 10 cm am nördlichen Teilstück sowie im Anschlussbereich zur Johannesstraße könnte die Überflutung der Bebauung der Schützenstraße bzw. der Adolf-Kolping-Straße beim HQextrem unterbunden werden. Die sich ergebenden Überflutungsflächen sind in Abbildung 7-7 erkennbar. Die Überflutungsfläche für diesen Planzustand wurde wieder in Rot dargestellt (die Darstellung wurde zur Veranschaulichung ohne Berechnung ergänzt).

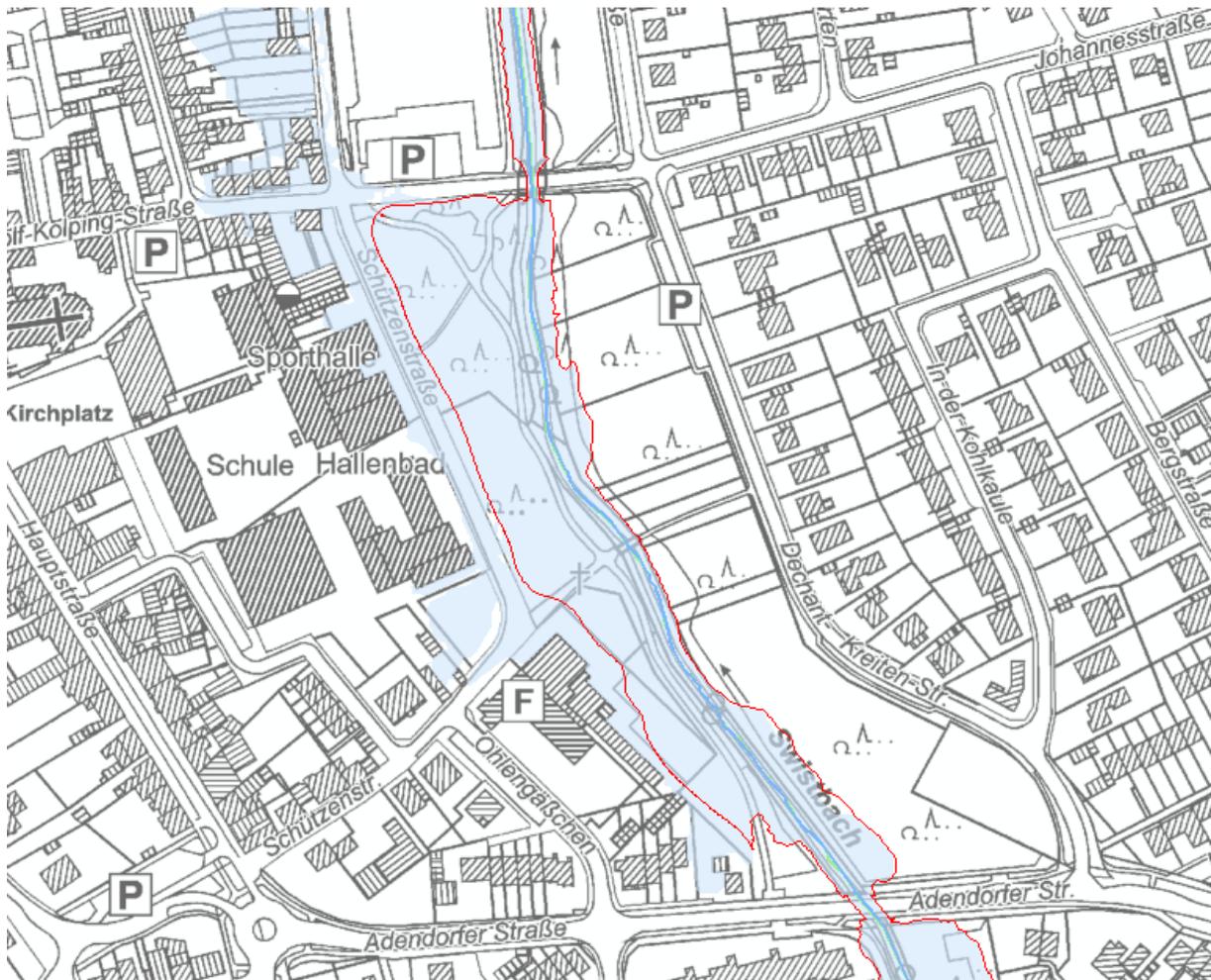


Abbildung 7-7: Überflutungsflächen beim HQextrem mit erhöhtem Damm zwischen Adendorfer Straße und Johannesstraße, km 26,7 – 27,1 (Referenzzustand: blau; Planzustand: rot; Geobasisdaten Land NRW 2022)

## 8 Zusammenfassung und Beurteilung

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Wirksamkeit der geplanten Verwaltung in der Swistaeue in Meckenheim geprüft und mögliche Änderungen auf das Hochwassergeschehen nachgewiesen werden.

Auf Basis des digitalen Geländemodells sowie weiterer Eingangsdaten wurde ein 2D-Modell für den Referenzzustand und ein 2D-Modell für den Planzustand erstellt (siehe Kap. 3 bzw. Kap. 5). Mit diesen Modellen und den in Kap. 4 erläuterten Zuflüssen wurden nach der Kalibrierung der Modelle anhand vorhandener älterer Berechnungen für die Erstellung der HWGK und HWRK (siehe Kap. 6) hydraulische Simulationen für ein HQ100 und ein HQextrem durchgeführt und ausgewertet (siehe Kap. 7).

Durch die geplante Verwaltung ergeben sich beim HQ100 außerhalb des unmittelbaren Umfelds der Maßnahme keine Veränderungen der Überflutungsflächen und der Wasserspiegellagen in der Swist (siehe Anlage 3). Auch beim HQextrem ist – trotz der Überströmung des Damms am nördlichen Anschluss an die Johannesstraße – eine Reduktion der Überflutungsflächen zwischen Referenz- und Planzustand erkennbar. Es wird ein größerer Abflussanteil der Swist zugeführt, sodass die Mühlenstraße sowie die Bebauung im Bereich der Merler Straße im Planzustand nicht mehr überflutet wird.

Die Differenzen der Wasserspiegellagen in der Swist sind nicht signifikant (siehe Anlage 4).

Die minimale Überströmung des Damms beim HQextrem kann durch leichte Erhöhung der Krone um etwa 10 cm und einen entsprechenden Anschluss an die Johannesstraße unterbunden werden, sodass sich im Bereich der Schützenstraße und der Mühlenstraße keine Überflutungen mehr einstellen würden.

Hinweis: Die statistischen Zuflusswerte werden aufgrund des Hochwasserereignisses vom Juli 2021 derzeit durch die Bezirksregierung Köln überarbeitet.

### **Verwendete EDV-Programmsysteme**

ArcGIS Desktop®, Version 10.3	- ESRI, Redlands (CA), USA
Flussschlauchgenerator, Vers. 2.1	- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
HYDRO_AS-2D, Version 5.3	- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
Jabron, Version 7.1	- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
LASER_AS-2D, Version 2.0.4	- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
SMS, Version 13.1	- AQUAVEO, Provo (Utah), USA