



## Wasserverband Eifel-Rur

Eisenbahnstr. 5  
52353 Düren



Optimierung des Hochwasserschutzes  
und Verbesserung der ökologischen  
Verhältnisse am Hochwasserrückhalte-  
becken Herzogenrath



Genehmigungsplanung nach  
§ 68 WHG



Wasserwirtschaftliche Planung

- März 2024 -



Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH

Leonhardstraße 23-27  
52064 Aachen

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Veranlassung .....	8
1.2	Entwicklungsziele .....	9
1.3	Planerische Rahmenbedingungen .....	10
<b>2</b>	<b>Ausgangssituation/Ist-Zustand</b> .....	<b>11</b>
2.1	Wasserwirtschaftliche Grundlagen .....	11
2.1.1	Klassifizierung und Lage des HRB .....	11
2.1.2	Einzugsgebiet und Gewässersystem .....	12
2.1.3	Leitbild.....	12
2.1.4	Abfluss und Lastfälle.....	15
2.1.5	Grundwasser- und Bodenverhältnisse .....	17
2.1.6	Hydraulische Verhältnisse des Broicher Bachs.....	20
2.2	Wasserbauliche Gegebenheiten .....	21
2.2.1	Nutzung.....	21
2.2.2	Landschafts- und Gewässerökologischer Gesichtspunkt.....	21
2.2.3	Schutzgebiete .....	22
2.2.4	Altlasten .....	23
2.2.5	Einleitungen und Entnahmen .....	24
2.2.6	Versorgungsträger .....	25
2.2.7	Bauwerke im und am Gewässer.....	25
2.2.8	Betrieb im Ist-Zustand.....	32
2.2.9	Planerische Vorhaben Dritter .....	33
2.3	Ökologische Gegebenheiten (Verweis Fachgutachten) .....	34
<b>3</b>	<b>Variantenvergleich</b> .....	<b>35</b>
3.1	Beschreibung der Varianten .....	35
3.2	Beurteilung der Varianten gemäß „Blauer Richtlinie“ .....	37
3.3	Beschreibung der geplanten Umgestaltung (Lösungsvariante) .....	41
<b>4</b>	<b>Entwurfsbeschreibung</b> .....	<b>42</b>
4.1	Übersicht über die geplanten Maßnahmen .....	42
4.1.1	Bodenmanagement .....	47
4.1.2	Betrieb im Planungszustand.....	50
4.1.3	Linienführung und Längsentwicklung .....	51
4.1.4	Querschnittsgestaltung .....	52
4.1.5	Sohlsubstrat .....	55
4.1.6	Gewässer- und Vegetationsentwicklung .....	56
4.2	Vorhandene bauliche Anlagen .....	56
4.3	Geplante bauliche Anlagen .....	57
<b>5</b>	<b>Hydraulische Berechnungen</b> .....	<b>58</b>

5.1	Berechnungsverfahren .....	58
5.2	Modelldaten und -parameter .....	59
5.3	Hydraulische Ergebnisse .....	61
5.3.1	Wasserspiegellagen: 1-D Modellierung Planzustand .....	61
5.3.2	Fließgeschwindigkeiten .....	63
5.3.3	Sohlenschubspannungen .....	64
<b>6</b>	<b>Grunderwerb .....</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>Projektentwicklung und Baukosten .....</b>	<b>67</b>
7.1	Zeitplan .....	67
7.2	Bauausführung .....	70
7.2.1	Bauerschließung und BE-Flächen .....	70
7.2.2	Bauablauf .....	71
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>78</b>
9.1	Literaturverzeichnis .....	78
9.2	Kartenverzeichnis .....	79
9.3	Anhangs- und Anlagenverzeichnis .....	79

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1:	Übersicht wasserwirtschaftliches Untersuchungsgebiet (© Geobasis NRW 2018)	9
Abbildung 2:	Lageplan des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath (© Geobasis NRW 2015)	12
Abbildung 3:	Leitbild entsprechendes Querprofil im sehr guten ökologischen Zustand des LAWA-Typen „Kiesgeprägter Tieflandbach (Typ 16)“ (Umweltbundesamt, 2014)	13
Abbildung 4:	Nutzung gemäß ATKIS im Planungsgebiet (© Geobasis NRW 2016)	21
Abbildung 5:	Mündung des Broicher Baches in die Wurm	22
Abbildung 6:	Naturschutzgebiet und Landschaftsschutzgebiet am HRB Herzogenrath (© Geobasis NRW 2018 und LANUV NRW 2018)	23
Abbildung 7:	Übersicht der Einleitungen und Entnahmestelle in das HRB (© Geobasis NRW 2016)	24
Abbildung 8:	Ausschnitt der Versorgungsleitungen im Bereich der Vorbecken	25
Abbildung 9:	Übersicht Bauwerke im und am Gewässer (© Geobasis NRW 2016)	26
Abbildung 10:	Kastenprofil im Zulauf des südlichen Vorbeckens	26
Abbildung 11:	Raue Rampe zwischen südlichem Vorbecken und Hauptbecken	27
Abbildung 12:	Klappenwehre im Zulauf des nördlichen Vorbeckens	27
Abbildung 13:	Absturz unter der Brücke am nördlichen Vorbecken	28
Abbildung 14:	Betriebsauslass/Grundablass	29
Abbildung 15:	Hanggraben und Hochwasserentlastung des HRB	30
Abbildung 16:	Rechen am Ablauf des Hanggrabens	31
Abbildung 17:	Hochwasserentlastung	32
Abbildung 18:	Abflusskennlinie des HRB Herzogenrath	33
Abbildung 19:	Lageplan HRB Herzogenrath Variante 3	36
Abbildung 20:	Übersicht der Lage der geplanten Maßnahmen	43
Abbildung 21:	Bereiche Bodenabtrag (rot) und Bodenauftrag (grün)	48
Abbildung 22:	Querschnitt mit Sekundäraue	53
Abbildung 23:	Querschnitt ohne Sekundäraue	53
Abbildung 24:	Querschnitt der abgesenkten Dammkrone und des Kastenprofils am Auslauf	54
Abbildung 25:	Querschnitt des Kastenprofils unter dem Weg	55
Abbildung 26:	Durchlasskonstruktion aus HEC-RAS	60
Abbildung 27:	Kastenprofilkonstruktion aus HEC-RAS	61
Abbildung 28:	hydraulischer Längsschnitt aus HEC-RAS	62
Abbildung 29:	Fließgeschwindigkeiten bei einem $Q_{330}$ -Abfluss im Planzustand	64
Abbildung 30:	Längsschnitt der Schubspannung bei stationären Abflüssen	65
Abbildung 31:	Baustellenerschließung und BE-Flächen (Ausschnitt GEW-ÜLP-G-103)	70

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1:	Geometrische Grenzwerte gemäß Handbuch Querbauwerke (MUNLV NRW, 2005)	14
Tabelle 2:	Hydraulische Grenzwerte gemäß DWA-M 509	14
Tabelle 3:	Abflüsse des Broicher Baches im Untersuchungsraum	15
Tabelle 4:	Eingestauter bzw. nicht eingestauter Beckenraum des HRB in Abhängigkeit des Stauzieles	16
Tabelle 5:	Volumina und Bezeichnung der Stauräume nach DIN 19700-11:2004-07	17
Tabelle 6:	Zielgewichte des Variantenvergleichs	38
Tabelle 7:	Wertzahlmatrix des Variantenvergleichs	40
Tabelle 8:	Bodenbewegungen Gewässer & Damm	49
Tabelle 9:	Detailangaben der Abschnitte - angefangen im Oberwasser	52
Tabelle 10:	Abflüsse des Broicher Baches im Untersuchungsraum	59
Tabelle 11:	Rauheitswerte natürliches Gerinne	60
Tabelle 12:	Rauheitswerte Kastenprofile	60
Tabelle 13:	Erfahrungswerte der krit. Sohlschubspannung (Bollrich, 2000)	65
Tabelle 14:	Übersicht Konzept Bauablauf unter Berücksichtigung der Bauzeitbeschränkungen	69

## Planverzeichnis

Blatt	Plan	Index	Inhalt	Maßstab
<b>A</b>	<b>Übersichtspläne</b>			
1	01_GEW-ÜLP-G-101	00	Übersichtskarte	1:25.000
2	02_GEW-ÜLP-G-102	00	Übersichtlageplan	1:5.000
3	03_GEW-ÜLP-G-103	00	Übersichtskarte zur Anbindung der Baustelle	1:5.000
4	04_GEW-ÜLP-G-104	00	Übersichtsplan Gewässerentwicklungsmaßnahmen	1:2.000
<b>B</b>	<b>Regelquerschnitte</b>			
5	05_STR-RQ-G-201	00	Regelquerschnitte ländl. Geh- / Radweg	1:25
<b>C</b>	<b>Lagepläne</b>			
6	06_GEW-LP-B-301	00	Bestands- und Rückbauplan	1:500
7	07_GEW-LP-G-302	00	Gewässerlageplan	1:500
8	08_GEW-LP-G-303	00	Gewässerlageplan - Biberschutz	1:500/ 1:50
9	09_KAN-LP-G-304	00	Planung Kanallageplan und Kanallängsschnitt	1:250
<b>D</b>	<b>Längsschnitte</b>			
10	10_GEW-LS-G-401	00	Gewässerlängsschnitt	1:250
11	11_GEW-LS-G-402	00	Gewässerlängsschnitt	1:250
<b>E</b>	<b>Querschnitte</b>			
12	12_GEW-QS-G-501	00	Gewässerquerschnitt und Regelquerschnitt	1:100/ 1:50
13	13_GEW-QS-G-502	00	Gewässerquerschnitt und Regelquerschnitt	1:100/ 1:50
<b>F</b>	<b>Bauwerke</b>			
14	14_GEW-BW-G-601	00	Bauwerksplan Kastenprofil Auslaufbauwerk	1:50
15	15_GEW-BW-G-602	00	Bauwerksplan Durchlassbauwerk Nr. 1 und Nr. 2	1:50
<b>G</b>	<b>Grunderwerb</b>			
16	16_GEW-GE-G-801	00	Grunderwerbsplan, Eigentümerverzeichnis	1:1.000
<i>Bzw. anonymisierte Fassung für Öffentlichkeitsbeteiligung:</i>				
16	16_GEW-GE-G-801a	00	Grunderwerbsplan, Eigentümerverzeichnis – anonym	1:1.000

# 1 Einleitung

---

Im Folgenden werden die wesentlichen Gründe für eine Umgestaltung des HRB Herzogenrath und die damit verfolgte Zielstellung des Projektes erläutert. Zudem werden die dabei zu beachtenden planerischen Rahmenbedingungen dargestellt.

Bei der Erstellung dieses Berichtes wurden die Ergebnisse der Folgenden, bereits im Vorfeld erstellten Gutachten/Berichte berücksichtigt

- Umbau des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, Entwurf, Ingenieurbüro H. Nacken GmbH, 1988
- Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath, Beckenbuch, Ingenieurbüro H. Nacken GmbH, 1991
- Machbarkeitsstudie zu Lösungskonzepten für das Sedimentationsproblem am HRB Herzogenrath, Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH, 2005
- Vorstudie für ein Hochwasserrückhaltebecken in Herzogenrath, Masterarbeit, Ingenieurbüro H. Nacken GmbH, 2012
- Hochwasserschutz am Broicher Bach, Wasserverband Eifel-Rur, 2012
- Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath – Grundwasserverhältnisse, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, 2012
- HRB Herzogenrath – Vertiefte Überprüfung des Ringdammes gemäß § 106.2 LWG - Teil 3: Standsicherheitsuntersuchungen Böschung zum Broicher Bach 2. Ergänzung, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, 2012
- Umgestaltung des HRB Herzogenrath – Vordimensionierung der Dichtwand, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, 2012
- Erstellung eines Sanierungskonzeptes für das HRB Herzogenrath, lanaplan, Planungsbüro Koenzen, 2015
- Geotechnischer Bericht – über die Ergebnisse der Voruntersuchungen im Bereich des möglichen künftigen Bachverlaufes, Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG, 2017
- Geotechnischer Bericht – die ergänzenden geotechnischen und chemisch-analytischen Untersuchungen zu den bisher vorliegenden Voruntersuchungen im Bereich des künftigen Verlaufes des Broicher Baches am Hochwasserrückhaltebecken in Herzogenrath, Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG, 2019
- Abschätzung des Grundwasserzuflusses in das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath / Broicher Bach, ahu GmbH, 2019

## 1.1 Veranlassung

---

Das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath soll aufgrund von starker Eutrophierung in den Sommermonaten und zur Verbesserung des Hochwasserschutzes angepasst werden.

Das im östlichen Teil der Stadt Herzogenrath in der StädteRegion Aachen gelegene Hochwasserrückhaltebecken liegt im Hauptschluss des Broicher Baches kurz vor dessen Mündung in die Wurm. Es sorgt somit für eine Entschärfung der Hochwassersituation in der Ortslage. Das Hochwasserrückhaltebecken befindet sich innerhalb eines Naherholungsgebietes. Der dem Hochwasserrückhaltebecken zufließende Broicher Bach hat eine Gesamtlänge von ca. 8,2 km und besitzt ein Einzugsgebiet von 41,1 km<sup>2</sup>. Nach einer Umbaumaßnahme im Jahr 1990 wurde das Hochwasserrückhaltebecken unter dem damaligen Hochwasserschutzkonzept wieder in Betrieb genommen. Eine wesentliche Prämisse des aktuell geplanten Umbaus ist, dass die im Konzept zum Hochwasserschutz am Broicher Bach des WVER (Wasserverband Eifel-Rur, 2012) definierten Ziele erreicht werden. Dazu gehört, dass im Hochwasserfall unterhalb des Rückhaltebeckens nicht mehr als 5,0 m<sup>3</sup>/s aus dem Broicher Bach in die Wurm eingeleitet werden. Aufgrund dessen soll auch das bisher maßgebliche Regelorgan, das Hydroslide-Bauwerk, weiterhin betrieben werden.

Durch die Lage des HRB im Hauptschluss des Broicher Baches sind im Laufe der Betriebszeit verschiedene Probleme entstanden. So hat sich eine weitreichende Sedimentation des Beckens eingestellt. Durch die mit Sediment und Bachwasser eingetragenen Nährstoffe kam es zur Massentwicklung von Makrophyten und Algenblüten mit entsprechender Geruchsbelästigung.

Das im Hauptschluss gelegene und im Dauerstau betriebene HRB erfüllt neben der Funktion des Hochwasserschutzes zugleich die Funktion eines Naherholungsgebietes. Dem Hauptbecken vorgeschaltet sind zwei Vorbecken zur Aufnahme von Sedimenten. Dennoch kommt es immer wieder zur Ablagerung von Feinsediment im Hauptbecken. Dieses Sediment gilt es, durch aufwändige Entschlammungen zu entfernen. Doch nicht nur der Unterhaltungsaufwand, sondern auch die mit dem Sediment eingetragenen Stoffe sind als problematisch einzustufen.

Im Jahr 2005 wurde durch die Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH eine Machbarkeitsstudie zu Lösungskonzepten für das Sedimentationsproblem am HRB Herzogenrath erstellt (Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH, 2005).

Die Vorzugsvariante, die auch als Grundlage für die jetzige Entwurfsplanung dient, sieht vor, dass das HRB zukünftig im Nebenschluss betrieben wird. Hierfür wird ein neuer Bachlauf am Rande des Hochwasserrückhaltebeckens hergestellt. Durch diese Umstrukturierung und eine beglei-



- Reduzierung der Sedimentationsvorgänge und des Nährstoffeintrags im HRB
- Herstellung der Durchgängigkeit des Broicher Bachs (Sediment/Gewässerfauna)

### **1.3 Planerische Rahmenbedingungen**

---

Die Maßnahme der „Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath“ bedarf nach den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes der Durchführung eines Plangenehmigungsverfahrens (vgl. § 68 WHG).

Da es sich bei der Umgestaltung des HRB gemäß § 30 LNatSchG NRW um einen Eingriff in Natur und Landschaft handelt, sind Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaftsbild soweit wie möglich zu vermeiden, zu minimieren bzw. ggf. auszugleichen. Die Abschätzung und Darstellung des jeweiligen Eingriffs in Natur und Landschaft sowie die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung, zur Verminderung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Eingriffsfolgen im Zuge dieser Maßnahme wird im Rahmen des gesonderten Landschaftspflegerischen Begleitplanes (LBP) detailliert beschrieben (vgl. Kapitel 2.3). Im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsstudie erfolgt die Untersuchung über mögliche Umweltauswirkungen des Vorhabens bezogen auf die potenziell durch das Vorhaben betroffenen Schutzgüter (vgl. § 2 UVP-Gesetz). Um die in § 44 BNatSchG beschriebenen Verbotstatbestände ausschließen zu können wird zudem ein Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag erstellt.

Gegenstand des hier vorliegenden Berichtes sind die wasserwirtschaftlichen Planungsleistungen im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens nach § 68 WHG.

## **2 Ausgangssituation/Ist-Zustand**

---

Im Folgenden wird die der Planung zugrunde liegende Ausgangssituation näher beschrieben.

### **2.1 Wasserwirtschaftliche Grundlagen**

---

Im Rahmen dieses Projektes werden im wasserwirtschaftlichen Erläuterungsbericht nachfolgend die wasserwirtschaftlichen Planungsgrundlagen hinsichtlich Einzugsgebiet, Boden- und Grundwasserverhältnisse, Fließgewässer sowie hydrologischer Gegebenheiten erläutert. Im LBP, der UVS und der ASP sind die ökologische Bestandsaufnahme mit Beschreibung der naturräumlichen Gegebenheiten und der Oberflächengewässer (Gewässergüte, Gewässerstruktur, Bewertung des ökologischen Zustandes des Gewässers, Biotope im Gewässerumfeld, Vegetation und Tiere) sowie die landschaftsplanerische Bestandsaufnahme detailliert aufgeführt.

Die wasserwirtschaftlichen Planungen betrachten einen rund 30 m langen Abschnitt des Broicher Baches im Oberwasser des HRB, die zwei sich anschließenden Vorbecken, das HRB Herzogenrath sowie die unmittelbar an die Becken anschließenden Vorländer.

#### **2.1.1 Klassifizierung und Lage des HRB**

---

Das Hochwasserrückhaltebecken liegt an Gewässerstation km 0+900 und fügt sich in die natürliche Hanglage des Broicher Baches ein. Das Becken wird im Westen durch einen Erddamm abgeschlossen. Die Höhe des Absperrbauwerks beträgt 5,65 m. Das Gesamtstauvolumen beträgt 224.300 m<sup>3</sup>. Die Stauanlage ist nach § 75 Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen als Talsperre zu klassifizieren. Nach DIN 19700 „Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken“ entspricht das HRB Herzogenrath einem Becken mittlerer Größe. Das im Dauerstau betriebene Becken liegt im Hauptschluss des Broicher Baches.

Das HRB Herzogenrath liegt im Verlauf des Broicher Baches unmittelbar vor der Stadt Herzogenrath. Es dient dem Schutz der Stadt vor Überschwemmungen bei starken Regenereignissen im Einzugsgebiet des Broicher Baches und ist auch ein Baustein zum überregionalen Hochwasserschutz an der Wurm. Es begrenzt für normale Betriebsbedingungen den Zulauf zur Wurm auf 5,0 m<sup>3</sup>/s. Im Oberwasser des Hochwasserrückhaltebeckens sind zwei Vorbecken angeordnet, die als Sedimentationsbecken dienen. Das Hochwasserrückhaltebecken befindet sich innerhalb eines Naherholungsgebietes. Ein Ringdamm bildet die westliche und südliche Begrenzung des Beckens.

Die letzten baulichen Veränderungen am HRB Herzogenrath wurden im Jahr 1990 durchgeführt und hatten im Wesentlichen eine Vergrößerung des Retentionsraumes zum Ziel.

## 2.1.2 Einzugsgebiet und Gewässersystem

Das HRB Herzogenrath ist kurz vor der Mündung des Broicher Baches in die Wurm angeordnet.

Im Einzugsgebiet des Broicher Baches mit einer Ausdehnung von  $A_{EO} = 41,1 \text{ km}^2$  (gemäß Gewässerstationierungskarte) konzentriert sich die Besiedlung auf die Ortslagen Euchen, Alsdorf und die westlichen Teile von Herzogenrath. Das natürliche Abflussverhalten ist hierdurch deutlich anthropogen überprägt.

Vor Eintritt des Broicher Baches in das HRB werden die Vorbecken durchflossen. Im westlichen Bereich schließt das HRB durch einen Erddamm und ein Absperrdamm ab. Weiter westlich des HRB liegt der Stadtweiher.

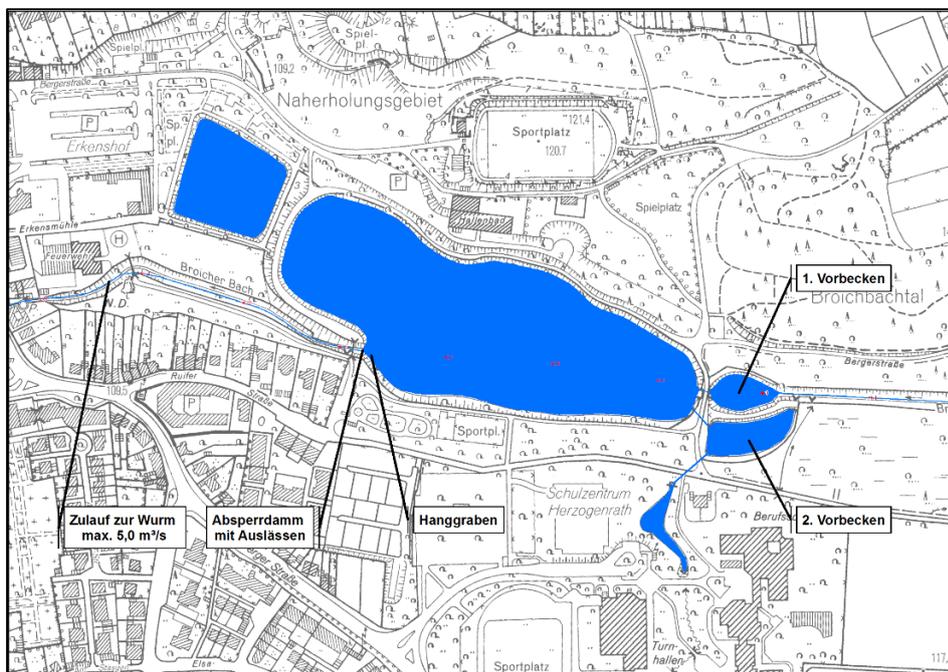


Abbildung 2: Lageplan des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath (© Geobasis NRW 2015)

## 2.1.3 Leitbild

Für die Planung der Bauwerke stellen die Fließgewässertypologie und die Fischgewässertypologie die maßgeblichen Parameter dar:

### Fließgewässertypologie

Nach der LAWA-Fließgewässertypologie (Pottgiesser, 2018) entsprechen das HRB und der Broicher Bach im Untersuchungsgebiet dem „kiesgeprägten Tieflandbach“ (Typ 16). Entsprechend dem „Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern“ (MUNLV NRW, 2003) wird der Broicher Bach dem NRW-Fließgewässertyp „Kiesgeprägtes Fließgewässer der Flussterrassen, Verwitterungsgebiete und Moränen“ zugeordnet.

Leitbildtypische Merkmale dieses Gewässertyps sind eine Sohlgefällestruktur zwischen 3 ‰ und 15 ‰, eine kastenförmige Bachbettform mit geringer bis mittlerer Breitenvarianz und einer Einschnittstiefe von 50 - 100 cm (MUNLV NRW, 2003). Entsprechend dem Leitbild sieht der Querschnitt für den sehr guten ökologischen Zustand wie folgt aus:

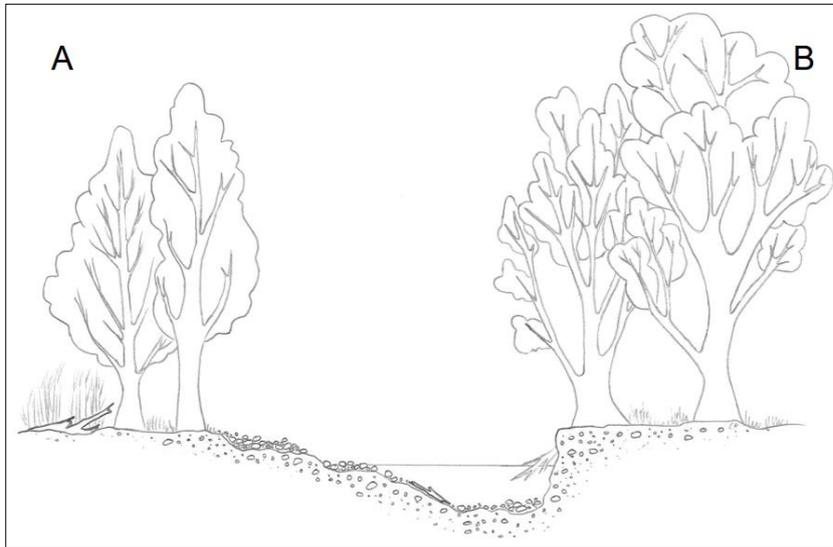


Abbildung 3: Leitbild entsprechendes Querprofil im sehr guten ökologischen Zustand des LAWA-Typen „Kiesgeprägter Tieflandbach (Typ 16)“ (Umweltbundesamt, 2014)

### Fischgewässertypologie

Der Fischgewässertyp entspricht dem Typ 6 „untere Forellentyp Tiefland“ nach den Referenz Steckbriefen der „Erarbeitung von Instrumenten zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna“ (MUNLV NRW, 2007). Aufgrund dessen lassen sich weitere Randbedingungen für die Maßnahme ableiten.

Für ein Abflussspektrum von  $Q_{30}$  bis  $Q_{330}$  muss die Durchgängigkeit für Fische und Benthos-Organismen nach dem „Handbuch Querbauwerke“ des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW, 2005) gewährleistet werden. Der Gewässerabschnitt wird der Fließgewässerzone Meta-Rhithral (untere Forellenregion) mit der Leitfischart Bachforelle gemäß Handbuch Querbauwerke (MUNLV NRW, 2005) zugeordnet. Daraus ergeben sich folgende geometrischen Grenzwerte für Fischaufstiegsanlagen:

Tabelle 1: Geometrische Grenzwerte gemäß Handbuch Querbauwerke (MUNLV NRW, 2005)

Mind. Wassertiefe unterhalb Trennwand bei Q30	Min. Schlitzhöhe	Mind. Lichte Länge	Mind. Lichte Breite
$h_u$	$t_{s,min}$	L	b
0,4 m	0,2 m	1,5 - 1,9 m	1,0 - 1,2 m

Für die Bemessung der geometrischen und hydraulischen Grenzwerte zur Verbesserung der Durchgängigkeit wird neben dem Handbuch Querbauwerke das DWA Merkblatt 509 (DWA, 2014) hinzugezogen und der Bautyp „Raugerinne ohne Einbauten“ als Anhaltspunkt gewählt. Da der Bautyp „Raugerinne ohne Einbauten“ hinsichtlich der morphologischen und hydraulischen Gesichtspunkte einem natürlichem Flusslauf bzw. hier dem Umgehungsgerinne am nächsten kommt.

Das Raugerinne ist durch ein sehr flaches Sohlgefälle mit homogener Rauheit ohne Einbauten charakterisiert. Gemäß dem DWA Merkblatt 509 Tabelle 28 (DWA, 2014) ist eine Fließgeschwindigkeit von 1,1 m/s maßgebend. Für die minimal einzuhaltende Wassertiefe in einer Engstelle ist die zweifache Fischhöhe zu berücksichtigen. Für die Leitfischart Bachforelle beträgt die minimale Wassertiefe ( $2 \times H_{\text{Fisch}} = 2 \times 0,1 \text{ m}$ ) somit 0,2 m. Für das Raugerinne ohne Einbauten beträgt die minimale Wassertiefe jedoch 0,3 m.

Tabelle 2: Hydraulische Grenzwerte gemäß DWA-M 509

Fließgeschwindigkeit	Min. Wassertiefe (Leitfischart)	Min. Wassertiefe (Raugerinne ohne Einbauten)
$V_{m,bem}$	$2 \times H_{\text{Fisch}}$	$h_{eff,bem}$
1,1 m/s	0,2 m	0,3 m

Aufgrund der natürlichen Umgestaltung des Broicher Bachs (keine Anlage einer Sohlrampe oder einer Fischaufstiegsanlage) können die Grenzwerte lediglich als Orientierungswert gesehen werden, da es sich bei der geplanten Maßnahme nicht direkt um ein technisches Bauwerk im Sinne des DWA Merkblattes 509 (DWA, 2014) und des Handbuchs Querbauwerke (MUNLV NRW, 2005) handelt.

Die einzuhaltende maximale Fließgeschwindigkeit von 1,1 m/s und die minimale Wassertiefe von 0,3 m werden als Kenngrößen angesetzt. In Kapitel 4 und 5 wird anhand der Entwurfsbeschreibung und der hydraulischen Berechnungen auf diese Grenzwerte weiter eingegangen.

## 2.1.4 Abfluss und Lastfälle

### Broicher Bach

Für die hydraulischen Berechnungen in Kapitel 5 liegen detaillierte Abflussdaten für die Abflussereignisse  $Q_{30}$ ,  $Q_{330}$ , MQ,  $Q_1$  und  $HQ_1$  vor. Sie sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die Abflüsse  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$  wurden anhand der vom WVER zur Verfügung gestellten Dauerlinie des Zuflusses aus dem Broicher Bach in das HRB Herzogenrath hergeleitet. Der Mittelabfluss MQ wurde dem Landesportal ELWAS-WEB entnommen und anhand der Dauerlinie des Zuflusses plausibilisiert. Der  $HQ_1$ -Abfluss stellt den im Rahmen der „Machbarkeitsuntersuchung Broicher Bach – Berger Mühle“ vom Ingenieurbüro ProAqua prognostizierten Hochwasserabfluss, nach Umsetzung der im Rahmen des „Hochwasserschutz am Broicher Bach“ geplanten Maßnahmen dar.

Tabelle 3: Abflüsse des Broicher Baches im Untersuchungsraum

Bezeichnung	Abfluss [ $m^3/s$ ]
$Q_{30}$	0,24
MQ	0,30
$Q_{330}$	0,65
$HQ_1$	2,25

### Hochwasserrückhaltebecken

Die ursprüngliche Bemessung des Hochwasserrückhaltebeckens erfolgte mit Hilfe der folgenden Lastfälle (siehe „Umbau des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath – Entwurfsplanung“, 1988):

Normalabfluss = 0,35  $m^3/s$

$HQ_{100}$  = 24,39  $m^3/s$

$HQ_{1000}$  = 33,17  $m^3/s$

Die Angaben des zur Verfügung stehenden Volumens bezüglich der vorhandenen Stauhöhe sind der Beckeninhaltslinie aus dem „Beckenbuch zum Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath“ (Ingenieurbüro H. Nacken GmbH, 1991) zu entnehmen. Die Beckeninhaltslinie gibt für die entsprechenden Staukoten das eingestaute Volumen, welches das Volumen des Dauerstaus beinhaltet, sowie den eingestauten Rückhalteraum an (siehe Tabelle 4). Die NN-Höhen (DHHN12) liegen laut Höhentransformation (HOETRA, BzR Köln) ca. 6,5 cm unter den NHN-Höhen (DHHN2016).

Die Beckensohle des HRB liegt auf 104,35 mNN. Für den Normalabfluss ist ein Dauerstau bei einem Wasserstand von 106,70 mNN vorhanden.

Das eingestaute Volumen beträgt dann 61.800 m<sup>3</sup>. Bei Erreichen des gewöhnlichen Stauzieles liegt der Stauspiegel im Becken auf 108,64 mNN. 158.800 m<sup>3</sup> des Beckenraumes sind gefüllt. Ab diesem Beckenstand springt die Hochwasserentlastung an.

Für das außergewöhnliche Stauziel (bei HQ<sub>100</sub>) mit einer Stauhöhe von 109,18 mNN steht ein Beckenraum von 183.800 m<sup>3</sup> zur Verfügung. Hier wird das Hochwasser zwar retardiert, es kommt jedoch zu einem Abfluss über die Hochwasserentlastungsanlage, sodass es zu Überschwemmungen unterhalb des Beckens kommt.

Beim höchstem Stauziel mit der Staukote 109,32 mNN (bei HQ<sub>1000</sub>) sind 189.300 m<sup>3</sup> des Beckenvolumens gefüllt. Bis zur Krone des Absperrdammes mit einer Kronenhöhe von 110,00 mNN ist ein Beckenraum von 224.300 m<sup>3</sup> vorhanden. Tabelle 4 zeigt zum einen das Volumen des Rückhaltereaumes in Abhängigkeit der vorhandenen Staukote und zum anderen das eingestaute Volumen, in dem das Volumen des Dauerstaus enthalten ist.

Tabelle 4: Eingestauter bzw. nicht eingestauter Beckenraum des HRB in Abhängigkeit des Stauzieles

Bezeichnung	Niveau [mNN]	Eingestauter Beckenraum [m <sup>3</sup> ]	Nicht eingestauter Beckenraum [m <sup>3</sup> ]
Beckensohle	104,35	0,0	224.300
Stauziel Z <sub>s</sub>	106,70	61.800	162.500
Vollstau Z <sub>v</sub>	108,64	158.800	65.500
HW-Bemessungsfall 1 (ZH <sub>1</sub> )	109,18	183.800	40.500
HW-Bemessungsfall 2 (ZH <sub>2</sub> )	109,32	189.300	35.000
Krone Absperrbauwerk	110,00	224.300	0,0

Die entsprechenden Volumina der Stauräume sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 5: Volumina und Bezeichnung der Stauräume nach DIN 19700-11:2004-07

Höhenkoten [mNN]	Bezeichnung des Stauraumes	Volumen [m³]
110,00 – 109,32	Freiraum im Hochwasserbemessungsfall 2	35.000
110,00 – 109,18	Freiraum im Hochwasserbemessungsfall 1	40.000
109,32 – 108,64	Außergewöhnliches Hochwasserrückhaltevolumen im Hochwasserbemessungsfall 2	30.500
109,18 – 108,64	Außergewöhnliches Hochwasserrückhaltevolumen im Hochwasserbemessungsfall 1	25.000
108,64 – 106,70	Gewöhnlicher Rückhalteraum	97.000
106,70 – 104,90	Betriebsraum und Reserveraum	90.000
104,90 – 104,35	Totraum	7.000

## 2.1.5 Grundwasser- und Bodenverhältnisse

Es wurden mehrere Gutachten angefertigt und Untersuchungen durchgeführt, um die Grundwasser- und Bodenverhältnisse des Untersuchungsraumes zu ermitteln:

- Hydrogeologische Untersuchungen im Bereich des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH, 2004
- Geotechnischer Bericht – Verlegung des Broicher Baches im Rahmen der Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, 2017 (Anlage 2)
- Geotechnischer Bericht – Verlegung des Broicher Baches im Rahmen der Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, 2019 (Anlage 3)
- des direkten Grundwasserzustroms zum HRB Herzogenrath mit Wasserstands- und Abflussmessungen (Anlage 4)

### Grundwasserverhältnisse

Laut Bodenansprache variieren die Grundwasserstände zwischen 0,10 m und 1,94 m unter Flur je nach örtlicher Bohransatzhöhe und Nähe zur Uferwasserlinie.

Im Rahmen hydrogeologischer Untersuchungen im Bereich des HRB Herzogenrath wurden die verfügbaren Grundlagendaten sowie gezielte Feld- und Laborversuche ausgewertet („Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath – Grundwasserverhältnisse“, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, 2012 und „Abschätzung des Grundwasserzuflusses in das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath / Broicher Bach“, ahu GmbH, 2019). Neben der Höhe des Grundwasserstandes wurden die Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht, sowie das Risiko eines potenziellen Stoffaustrags aus dem Becken in den Grundwasserleiter näher betrachtet.

Die Auswertungen ermöglichen die Schlussfolgerung, dass im Bereich des HRB Herzogenrath gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen. In den Hangbereichen ist zudem mit Schichtenwasser zu rechnen.

Die im Beckenbereich durchgeführten Sondierungen führen zu dem Schluss, dass die Grundwasserdeckschicht flächendeckend im Untergrund vorhanden ist. Die Schichtstärke konnte nur im Bereich einer Bohrung nachgewiesen werden und beträgt dort 3,80 m. Die hier vorliegenden Durchlässigkeiten im Bereich von  $1,0 \times 10^{-8}$  bis  $5,0 \times 10^{-7}$  m/s sind im Verhältnis zu den unterlagernden Mittelsanden als nahezu undurchlässig einzustufen. Dementsprechend ist von einer ausreichenden Rückhaltungswirkung der Schluffböden im Beckenbereich auszugehen.

Ein Zutritt von Grundwasser in das Becken ist als Schichtenwasser aus den Hanglagen möglich. Das bei den hydrogeologischen Untersuchungen festgestellte Schichtenwasser ist partiell auch oberflächlich zu beobachten.

Die hydrogeologischen Untersuchungen beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Dies birgt grundsätzlich das Risiko, dass lokal begrenzte Fehlstellen innerhalb der Deckschicht nicht aufgefunden werden. Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen sind daher in den nicht untersuchten Bereichen möglich.

Aufgrund der angetroffenen Mächtigkeit und der abgeleiteten Durchlässigkeitswerten ist von einem potenziellen Stoffaustrag aus dem Becken in den Grundwasserleiter unter der Annahme, dass die Deckschicht durchgängig vorhanden ist, nicht auszugehen. Hinsichtlich der strömungsabhängigen Transportprozesse kann festgestellt werden, dass für den Fall des Dauerstaubetriebes aufgrund des nach unten gerichteten hydraulischen Gradienten innerhalb der Deckschicht das Risiko eines Stoffaustrags aus dem Becken in den Grundwasserleiter als größer einzustufen ist, als für den Betrieb als Trockenbecken.

Es wird festgestellt, dass der Grundwasserhorizont an den Hängen im Norden und Süden des Broicher Baches einige Meter über dem Talniveau liegt. Im Tal ist das Grundwasser über weite Strecken unter den bindigen Auenböden gespannt.

Das HRB Herzogenrath und der Stadtweiher beeinflussen den Grundwasserspiegel. Es herrschen effluente Verhältnisse. Beiden Becken fließt Grundwasser zu, so hat z. B. der Stadtweiher keinen Zulauf durch ein Oberflächengewässer. Da beide Becken Überläufe besitzen und somit Wasser an den Vorfluter abgeben, müssen die Wasserspiegellagen nicht zwangsläufig dem Niveau des gespannten Grundwassers entsprechen.

Aktuelle und ausführliche Untersuchungen der hydrologischen Verhältnisse inkl. Hangdruckwasser werden in einem gesonderten Bericht be-

handelt. Darin erfolgt eine Abschätzung des direkten Grundwasserzustroms zum HRB Herzogenrath mit Wasserstands- und Abflussmessungen.

Auf Grundlage der dort aufgeführten Ergebnisse sollte für Trockenphasen im Sommer eine Möglichkeit des Zuflusses aus dem Broicher Bach in das HRB erhalten werden (Bypass über das nördliche Vorbecken), da der Grundwasserzufluss die zu erwartende Verdunstung im HRB zeitweise nicht ausgleichen kann. Dieser Bericht ist als Anlage 4 beigefügt.

### **Bodenverhältnisse**

Zur Beschreibung der Bodenverhältnisse liegen Bodenprofile der durchgeführten Bodengutachten vor. Die Beschreibung hier beschränkt sich auf die Aspekte des Untergrunds als Baugrund und die Eigenschaften des Bodens in Bezug auf Verwertung oder Entsorgung. Weitere Informationen zum Boden als Schutzgut können den Ausführungen zu Umwelterträglichkeit und Landschaftsplanung entnommen werden. Laut den Bodenprofilen aus der Bodenansprache lässt sich der angetroffene Boden in drei Schichten einteilen:

- I. Schicht 1: Aufschutt (Mächtigkeit 0,8 m und 3,7 m)
- II. Schicht 2: Tallehm, Lößlehm (Mächtigkeit 1,1 m und 4,6 m)
- III. Schicht 3: Talkies

Die Kornverteilung des Aufschutts besteht überwiegend aus stark „lehmi- gen“ (schluffigen), kiesigen Sanden und untergeordnet aus wiederverfüllten „Lehmen“. Die Lagerungsdichte und Konsistenz schwankt zwischen locker/breig bis mitteldicht/steif und variiert örtlich wie die Kornverteilung. Örtlich bestehen die Aufschüttungen aus humosen Oberböden, die eine Mächtigkeit von 0,2 m – 0,4 m aufweisen.

Die Auswertungen ermöglichen die Schlussfolgerung, dass im Bereich der geplanten Bachverlegung nicht mit schwer löslichen Böden zu rechnen ist. Die künstlichen Anschüttungen enthalten Nebenanteile (1% bis 10%) an Fremddanteilen, bestehend aus Kohleresten, Ziegelbruch und Bauschuttresten.

Die zweite Schicht (bis 3,1 m und 6,5 m unter Flur), welche aus schwach bis stark feinsandigen Schluffen gebildet wird, ist an ihrer Oberseite sehr wasser-, frost- und erosionsempfindlich, da sich der Porenraum des gewachsenen Bodens durch Eingriffe vergrößern und somit mehr Wasser aufnehmen kann. Darum müssen rechtzeitig Schutzmaßnahmen getroffen werden, um eine irreversible negative Veränderung des Baugrundes zu verhindern. Somit kann zwischenzeitlich auftretender Porenwasserüberdruck kurz nach dem Aushub und/oder Befahren des Bodens auftreten, welcher sich jedoch nach einiger Zeit (einige Tage) wieder abbaut.

Dementsprechend kann durch eine Bauunterbrechung oder die Änderung des Bauablaufs eine Bodenaustauschmaßnahme verhindert werden.

Die erste und zweite Schicht neigen unterhalb des Grundwasserspiegels im nicht entwässerten Zustand z. T. zum „Fließen“ und lassen sich aufgrund ihrer Kornverteilung nur durch Vakuum entwässern.

In der dritten Schicht steigt sowohl die Wasserdurchlässigkeit als auch die Baugrundfestigkeit um ein Vielfaches im Vergleich zu den Schichten 1 und 2 an. Die Unterkante der Schicht wurde bis in die maximale Erkundungstiefe von 7,0 m nicht erbohrt, sodass davon auszugehen ist, dass sich die Baugrundfestigkeit bis in hier nicht mehr relevante Tiefen fortsetzt.

Die Rammbarkeit des Baugrundes (Schicht 3) erweist sich als sehr schwer. Darum sind vorherige Perforationsbohrungen und ein ausreichendes Widerstandsmoment des Rammprofils zur ausreichend sicheren Einbringung von Spundwandprofilen notwendig (s. Kapitel 4).

Die Untersuchung des an der Sohle der Vorbecken und des dauerbepannten HRB abgelagerten Sediments (Schlamm) zeigt, dass ein alleiniges Entwässern durch Aufmietung der Schlammablagerungen aufgrund des großen Wasserbindevermögens der organischen Anteile zu keinen praktischen Ergebnissen führen wird. Für eine wirksame Entwässerung der Schlammablagerungen sind daher Sondermaßnahmen (z. B. Pressen) notwendig. Die Schlammablagerungen wurden im Bereich des Hanggrabens des Hauptbeckens chemisch untersucht. Das Sediment ist in die LAGA-Zuordnungsklasse Z 1.2 einzustufen (aufgrund von Sulfat und der elektrischen Leitfähigkeit).

### **2.1.6 Hydraulische Verhältnisse des Broicher Bachs**

Als gemäß EG-HWRM-RL Gewässer ohne potentiell signifikantes Risiko wurden für den Broicher Bach keine Hochwassergefahrenkarten erstellt. Entlang des Broicher Baches wurden keine Überschwemmungsgebiete ausgewiesen. Der WVER hat eigene Untersuchungen zum Hochwasserschutz der Ortslage Herzogenrath angestellt („Hochwasserschutz am Broicher Bach“, WVER, 2012). Diese kommen zu dem Schluss, dass derzeit kein Schutz bei HQ<sub>100</sub> besteht. Es wurden Maßnahmen zur Herstellung dieses Schutzniveaus identifiziert. Die Maßnahmen wurden im sog. Kommunensteckbrief „Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Herzogenrath“ (2015) aufgenommen. Die Maßnahme lautet: T03-01 Unterhaltung und Optimierung technischer Hochwasserschutz-Einrichtungen zur Hochwasserrückhaltung - Unterhaltung technischer HWS-Einrichtungen HW-Rückhaltung (HRB Herzogenrath, Broicher Bach) (Mn-ID: 05334016\_20130830\_003).

Für die Wurm, in welche der Broicher Bach mündet, wurde von der Bezirksregierung eine Hochwasser-Gefahrenkarte erstellt. Dieser ist zu entnehmen, dass bei einem Hochwasserabfluss von HQ<sub>100</sub> Siedlungs- und

Industrieflächen ab rd. 300 m süd-westlich des HRBs, entlang der Wurm, überschwemmt werden.

## 2.2 Wasserbauliche Gegebenheiten

Die wasserwirtschaftliche Restriktionsanalyse beschränkt sich auf die Aussagen, die für die Erläuterung des wasserwirtschaftlichen Entwurfs relevant sind.

### 2.2.1 Nutzung

In der nachfolgenden Abbildung 4 ist die Auswertung der Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) des Landesvermessungsamtes NRW im Bereich des HRB dargestellt und die vorherrschende Flächennutzung wird verdeutlicht.

Im direkten Umfeld der Vorbecken des HRB liegen Waldflächen. Das HRB wird von Grünflächen umgrenzt, mit daran angrenzenden Siedlungsflächen. Zudem führen mehrere Wege durch die angrenzenden Flächen.

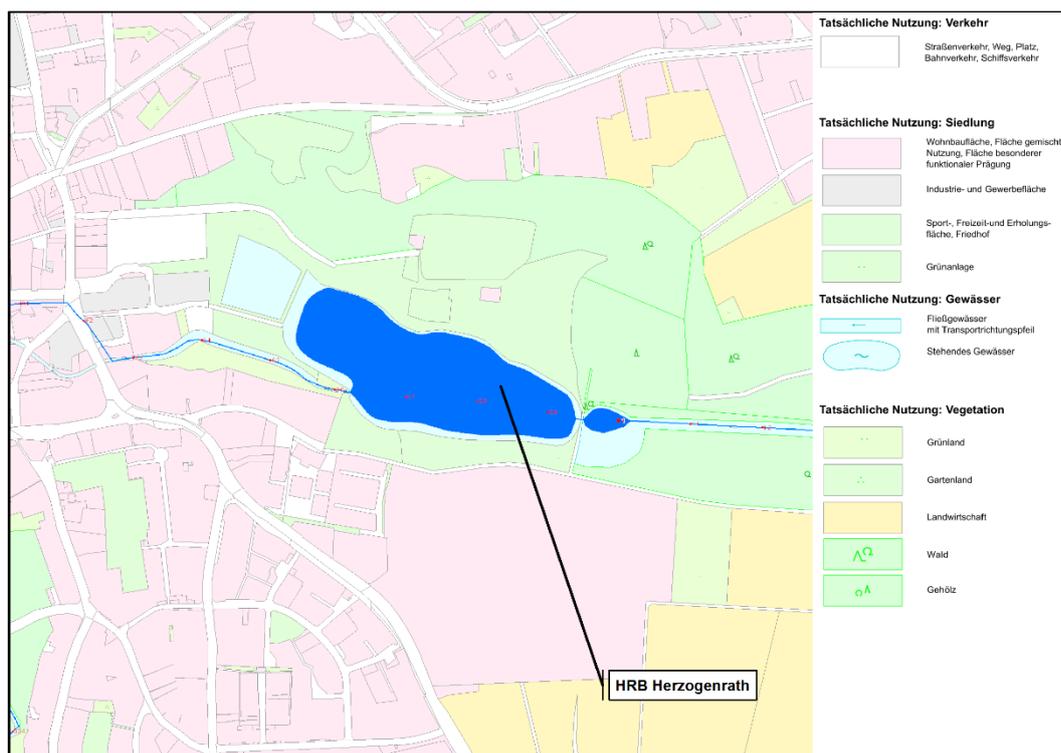


Abbildung 4: Nutzung gemäß ATKIS im Planungsgebiet (© Geobasis NRW 2016)

### 2.2.2 Landschafts- und Gewässerökologischer Gesichtspunkt

Unter landschafts- und gewässerökologischen Gesichtspunkten sind eine starke Algenentwicklung und eine damit einhergehende Geruchsbelästi-

gung zu nennen. Untersuchungen im Jahr 2003 (siehe „Machbarkeitsstudie zu Lösungskonzepten für das Sedimentationsproblem am HRB Herzogenrath“, Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH, 2005) ergaben, dass das Beckenwasser tagsüber eine 130 bis 165%-ige Sauerstoffsättigung aufgrund der starken Photosyntheseleistung der Algen aufwies. Durchgehend hohe Temperaturen, fehlende Beschattung, der Eintrag von Nährstoffen aus dem Broicher Bach und seinem Einzugsgebiet und das Füttern von Wasservögeln begünstigen den Prozess der Eutrophierung.

Die für die Zielsetzung der WRRL wichtige ökologische Durchgängigkeit ist bis zur Mündung in die Wurm nicht gegeben. Zwar ist das zweite Vorbecken über eine raue Rampe mit dem HRB verbunden und somit durchgängig, jedoch endet die Durchgängigkeit an dem Absperrbauwerk. Im weiteren Verlauf des Broicher Baches liegt dieser verrohrt unterhalb der Stadtlage Herzogenrath und mündet schließlich über einen unüberwindbaren Absturz in die Wurm (s. Abbildung 5).



Abbildung 5: Mündung des Broicher Baches in die Wurm

### **2.2.3 Schutzgebiete**

---

Innerhalb des Maßnahmenraums befindet sich ein Naturschutzgebiet, welches den Maßnahmenraum im Osten schneidet, und ein Landschaftsschutzgebiet (s. Abbildung 6).

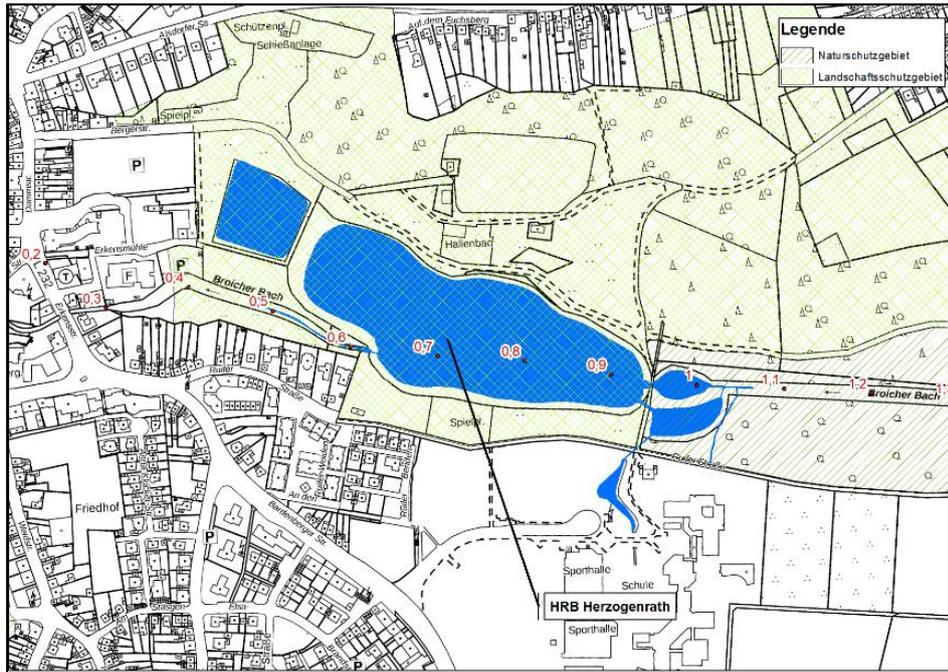


Abbildung 6: Naturschutzgebiet und Landschaftsschutzgebiet am HRB Herzogenrath (© Geobasis NRW 2018 und LANUV NRW 2018)

Im Maßnahmenraum befinden sich keine weiteren Schutzgebiete.

## 2.2.4 Altlasten

Im Zuge der Planungen wurde eine Abfrage von Altlastenflächen und Altlastenverdachtsflächen bei der StädteRegion Aachen gestellt. Innerhalb der zur Umgestaltung überplanten Flächen sind keinerlei Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen bekannt.

## 2.2.5 Einleitungen und Entnahmen

Im Maßnahmenraum befinden sich fünf Einleitungen und oberhalb des HRB zwei Entnahmestellen. Im Bereich der Entnahmestellen (E6 und E7) erfolgt kein Eingriff. Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht aller Einleitungen und Entnahmestellen, die bei einer vor-Ort-Besichtigung entdeckt wurden.

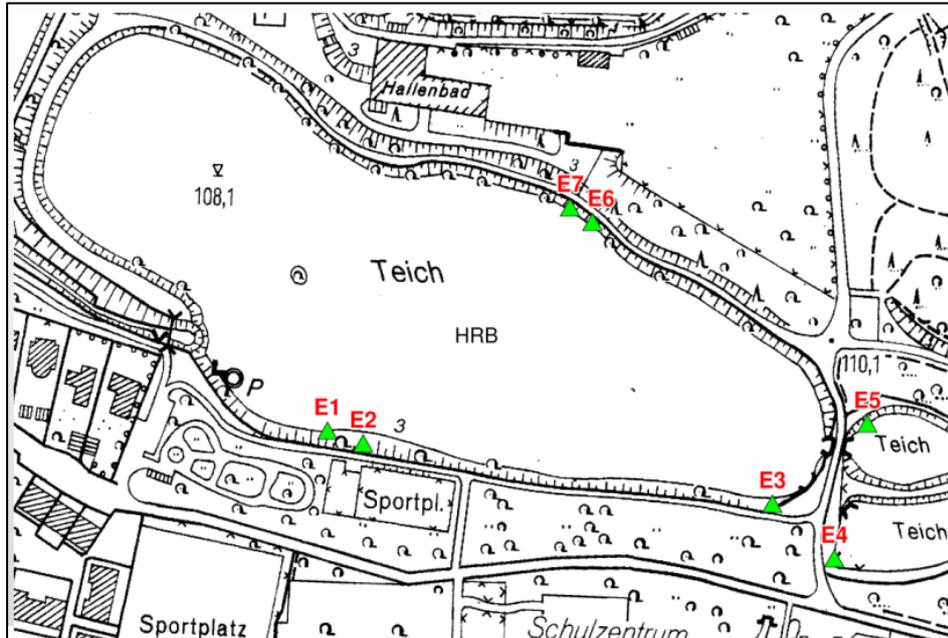


Abbildung 7: Übersicht der Einleitungen und Entnahmestelle in das HRB  
(© Geobasis NRW 2016)

Im Süden des Hauptbeckens befinden sich zwei Einleitungsstellen (E1,E2). Einleitung E1 ist eine Regenwasserkanalleitung und neben der wasserrechtlichen Erlaubnis liegen Informationen zur genauen Lage und Höhe vor. Einleitung E2 ist unbekannt – keine weiteren Informationen (Höhe und genaue Lage) sind bekannt. Diese Einleitung dient vermutlich der Entwässerung des Tartanplatzes am Sportplatz.

Zwei weitere Einleitungen (E3, E4) sind westlich vom zweiten Vorbecken zu finden. Diese sind Regenwassereinleitungen aus dem Schulzentrum. Die wasserrechtliche Erlaubnis sowie Informationen zur Höhe und Lage liegen vor.

Des Weiteren befindet sich eine Einleitungsstelle (E5) aus einem Regenwasserkanal (DN 500 mm) der Stadt Herzogenrath im nordwestlichen Bereich des ersten Vorbeckens. Die wasserrechtliche Erlaubnis liegt hier ebenfalls vor.

Zwei Entnahmestellen (E6, E7) sind im Norden des Hauptbeckens. Zur Entnahmestelle E6 liegen keine Informationen vor und sie lässt sich nicht eindeutig zuordnen. Entnahmestelle E7 wurde vom Schwimmbad genutzt, ist jedoch laut Aussage der Stadt Herzogenrath nicht mehr in Betrieb.

## 2.2.6 Versorgungsträger

Es sind verschiedene Leitungen von der Maßnahme betroffen (s. Abbildung 8). Zwischen den Vorbecken und dem Hauptbecken befinden sich Strom- und Steuerkabel sowie Beleuchtungselemente. Neben der am nördlichen und südlichen Vorbecken einleitenden Regenwasserleitung verläuft parallel zum südlich gelegenen Weg ein Mischwasserkanal.

Diese Versorgungsleitungen sind in der Planung berücksichtigt.

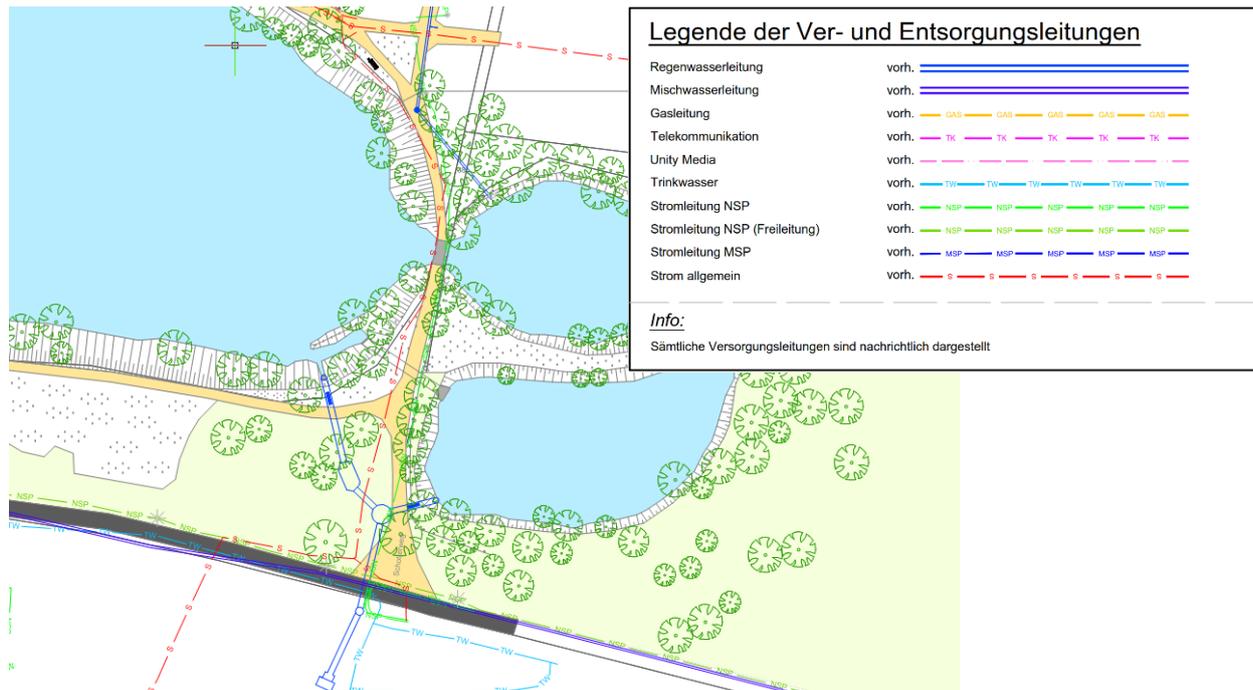


Abbildung 8: Ausschnitt der Versorgungsleitungen im Bereich der Vorbecken

## 2.2.7 Bauwerke im und am Gewässer

Die im Folgenden beschriebenen Bauwerke sind in einer Übersicht (Abbildung 9) zusammenfassend dargestellt.

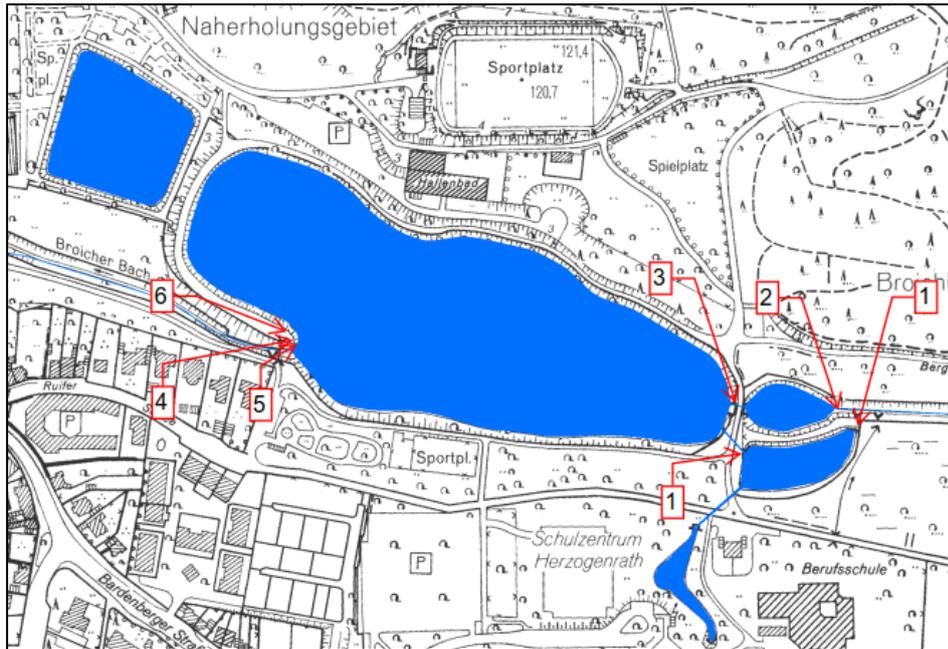


Abbildung 9: Übersicht Bauwerke im und am Gewässer (© Geobasis NRW 2016)

### Zu- und Ablauf des südlichen Vorbeckens [1]

Der Zulauf des südlichen Vorbeckens erfolgt durch ein Kastenprofil. Im Ablauf des südlichen Vorbeckens in das HRB ist unterhalb eines Kastenprofils eine raue Rampe vorhanden, sodass im Oberwasser zum Broicher Bach eine weitestgehende Durchgängigkeit gegeben ist. Die Absturzhöhen der raue Rampe liegen zwischen 0,15 m und 0,20 m und die Länge beträgt 15 m. Beginnend mit einem Kastendurchlass der Breite 1,50 m und Höhe 0,80 m ist die raue Rampe unterwasserseitig als naturnahes Gerinne mit einem Sohlgefälle von rund 1:20 ausgebaut (ELWAS-WEB). (Abbildung 10 und Abbildung 11).



Abbildung 10: Kastenprofil im Zulauf des südlichen Vorbeckens



Abbildung 11: Raue Rampe zwischen südlichem Vorbecken und Hauptbecken

### Überfallwehre [2]

Die Steuerung des Zulaufs zu dem nördlichen Vorbecken erfolgt durch zwei bewegliche Überfallwehre. Die Klappenwehre (Typ: Schmieding) haben eine Breite von 2,25 m sowie eine Höhe von 1,00 m und sind mit Fischbauchklappen ausgestattet. Die Klappenwehre sind am Zulauf des nördlichen Vorbeckens angeordnet (Abbildung 12). In Anlage 6 liegt der Bestandsplan der Klappenwehre bei.



Abbildung 12: Klappenwehre im Zulauf des nördlichen Vorbeckens

### Ablauf des nördlichen Vorbeckens [3]

Im Ablauf des nördlichen Vorbeckens bildet ein hoher Absturz unterhalb der Brücke einen Zwangspunkt. Die Absturzhöhe beträgt 0,70 m bei einer Breite von 7,00 m.



Abbildung 13: Absturz unter der Brücke am nördlichen Vorbecken

#### **Grundablass, Betriebsauslass und Hanggraben [4]**

Der Grundablass zur Entleerung des Beckens befindet sich im Ringdamm. Er besteht aus einem Schieber-Spindelschütz (Typ: Passavant) mit einem Durchmesser DN 800. Als Betriebsauslass ist im Schieber-schacht im Ringdamm ein Absenk-Plattenschieber (Typ: WECO) mit einer Schlitzblende angeordnet. Die Schlitzblendenöffnung beträgt in der Höhe 0,22 m und in der Breite 1,10 m. Die Steuerung der Regelabgabe erfolgt per Handbetrieb.

Eine weitere Entleerung erfolgt über einen Hanggraben (s. Abbildung 15), der über ein Drosselbauwerk in den Broicher Bach entwässert. Als nicht steuerbarer Betriebsauslass sind in diesem Schachtbauwerk zwei schwimmergeregelte Schieber (Hydroslide-Regler, Typ: Steinhardt DR 1030 N, Nennweite 1,02 m) vorhanden.



Abbildung 14: Betriebsauslass/Grundablass

### **Hochwasserentlastungsanlage [5]**

Die Hochwasserentlastungsanlage ist als überströmter Ringdamm als überlastbare Hochwasserentlastungsanlage ohne Verschlussorgane ausgeführt. Die Anlage soll neben der Erfüllung der technischen Anforderungen das Landschaftsbild wenig stören. Als Überfallwehr dient eine 22,50 m lange Betonüberfallkante, die 0,50 m über den begrünten Damm hinausragt. Durch die hohe hydraulische Leistung der Betonkante wird die erforderliche Länge minimiert (Abbildung 15).



Abbildung 15: Hanggraben und Hochwasserentlastung des HRB

### Rechen [5]

Im Ablauf des Hanggrabens befindet sich ein Rechen, der grobes Material zurück halten soll. Der Rechen ist 2,00 m x 3,00 m groß mit einem Stababstand von 12 cm (s. Abbildung 16).



Abbildung 16: Rechen am Ablauf des Hanggrabens

### **Ringdamm [6]**

Durch die fast halbkreisförmige Konstruktion des Ringdammes ergeben sich technische Vorteile. Die über die Hochwasserentlastung stürzenden Wassermassen treffen teilweise von der gegenüberliegenden Seite in einem Tosbecken aufeinander. Dadurch erfolgt eine günstige Energieumwandlung. Bachsohle und Böschungen unterhalb des Tosbeckens sind mit grober Steinschüttung bzw. Pflasterung befestigt. Der Damm und das Tosbecken sind zur Energieumwandlung mit grobem Raubettpflaster (Kantenlänge > 50 cm) befestigt. Der Wasserspiegel beim Regelabfluss liegt rund 1,10 m über der Sohle. Oberhalb dieser Höhe ist das für die Energieumwandlung notwendige Raubettpflaster mit Mutterboden angeschüttet und begrünt.



Abbildung 17: Hochwasserentlastung

## 2.2.8 Betrieb im Ist-Zustand

Das HRB wird im Dauerstau mit einer Dauerstaukote auf 106,70 mNN betrieben. Im hochwasserfreien Zustand erfolgt der Abfluss über den Plattenschieber im Ringdamm und über die beiden Hydroslide-Regler. Der Normalabfluss im Normalbetrieb beträgt 350 l/s. Bei Niedrigwasser erfolgt eine Abgabe von 53 l/s.

Steigt der Zufluss über 350 l/s staut das HRB um die Überfallhöhe an der Hanggrabenschwelle ein. Der Abfluss über den Hanggraben erreicht bei einer Kote von 106,97 mNN den maximalen Abfluss von 4,00 m<sup>3</sup>/s. Der Abfluss wird bei weiter steigendem Stauspiegel durch die Hydroslide-Regler konstant gehalten. Der Gesamtabfluss setzt sich aus dem Abfluss über den Hanggraben mit den dahinter liegenden Hydroslide-Schiebern und dem Abfluss aus dem Plattenschieber im Ringdamm zusammen. Er beträgt bei Erreichen des Stauzieles von 108,64 mNN 4,98 m<sup>3</sup>/s. Die Steuerung erfolgt selbsttätig. Abbildung 18 zeigt die Abflusskennlinie des HRB Herzogenrath.

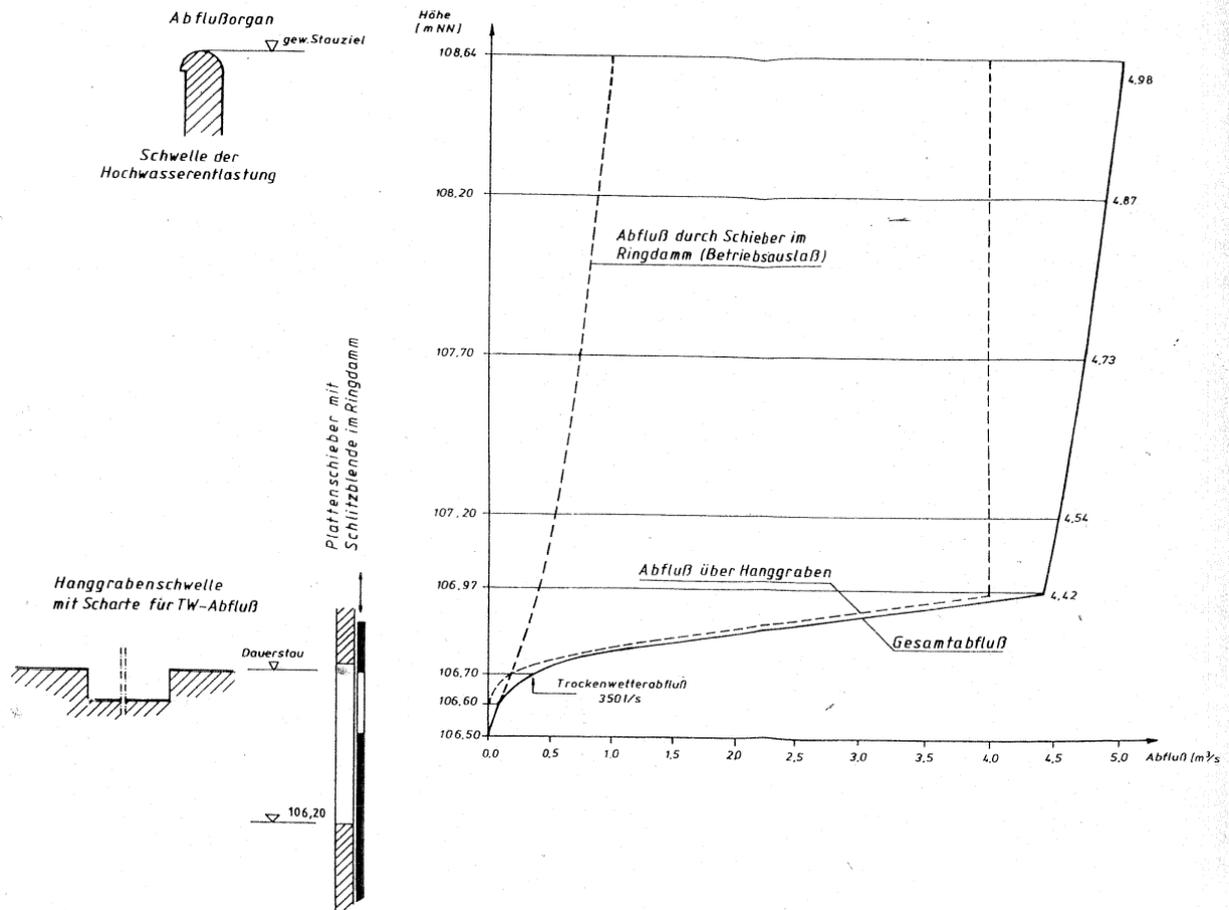


Abbildung 18: Abflusskennlinie des HRB Herzogenrath

Bei fallendem Wasserstand von 108,64 mNN bis zur Dauerstaukote auf 106,70 mNN verringert sich der Abfluss von der Regelabgabe von 4,98 m<sup>3</sup>/s bis zum Normalabfluss von 0,350 m<sup>3</sup>/s. Zur schnelleren Beckenentleerung kann der Betriebsauslass (Plattenschieber im Ringdamm) von Hand so weit geöffnet werden bis sich im Broicher Bach bordvoller Abfluss einstellt.

Das außergewöhnliche Stauziel liegt bei 109,18 mNN für einen Zufluss zum Becken bis 24,60 m<sup>3</sup>/s. Für diesen Lastfall kommt es zu einem Abfluss über die Hochwasserentlastungsanlage, der gemäß des Freibordnachweises aus der Bemessung gleich dem Zufluss (HQ<sub>100</sub>) ist. Es kommt zu Überschwemmungen im Unterwasser des Beckens, für die der Hochwassermelde- und Alarmplan zu berücksichtigen sind.

## 2.2.9 Planerische Vorhaben Dritter

Planungen Dritter liegen derzeit nicht vor.

## **2.3 Ökologische Gegebenheiten (Verweis Fachgutachten)**

---

Die Landschaftspflegerischen Aspekte werden in den Fachberichten Umweltverträglichkeitsstudie, Landschaftspflegerischer Begleitplan und der Artenschutzprüfung erläutert.

### 3 Variantenvergleich

---

#### 3.1 Beschreibung der Varianten

---

Die Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH erstellte im Jahr 2005 nach Beauftragung durch den Wasserverband Eifel-Rur eine Machbarkeitsstudie zur Ermittlung von Lösungskonzepten zur Behebung der Sedimentationsproblematik am Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath. Neben der Erhebung und Bewertung des Ist-Zustandes werden drei Lösungsvarianten der Machbarkeitsstudie beschrieben und anschließend bewertet (siehe Kapitel 3.2). Dabei ist zu beachten, dass die Variante 1 (Entschlammung des HRB) bereits als vorgezogene Maßnahme im Jahr 2012 durchgeführt wurde.

##### **Variante 0: Belassen des Ist-Zustandes**

Die 0-Variante stellt den vorhandenen Ist-Zustand dar. Die ökologische Durchgängigkeit sowie die Sedimentdurchgängigkeit sind nicht gegeben. Es sind keine Verbesserungen hinsichtlich der Sedimentationsproblematik im HRB zu erwarten. Der Beckenbetrieb bleibt unverändert, sodass der Hochwasserschutz nicht verbessert wird.

##### **Variante 1: Entschlammung des Beckens ohne weitere bauliche Maßnahmen**

Diese Variante sieht eine Entschlammung des Beckens ohne weitere bauliche Maßnahmen vor. Der Beckenbetrieb erfolgt entsprechend des Ist-Zustandes im Dauerstau. Aufgrund der Sedimentation ist eine regelmäßige Entschlammung vorzusehen und innerhalb der Variantenbewertung zu berücksichtigen.

Der Beckenbetrieb wird nicht abgeändert und das HRB wird weiterhin im Hauptschluss betrieben. Somit wird das HRB auch weiterhin den Sedimentationsprozessen unterliegen und der Hochwasserschutz wird nicht verbessert.

##### **Variante 2: Anordnung des Beckens im Nebenschluss, Neutrassierung des Broicher Baches (durch eine Verwallung abgetrennt vom Becken), Entschlammung des Hauptbeckens**

Das Lösungskonzept der Variante 2 beinhaltet eine Entschlammung des HRB, wie bei Variante 1 beschrieben. Die Anordnung des HRB erfolgt im Nebenschluss. Der Dauerstau im Hauptbecken bleibt weiterhin erhalten, wird jedoch abgesenkt. Das erste Vorbecken bleibt in seiner jetzigen Form erhalten. Anstelle des bestehenden südlichen Vorbeckens wird in diesem ein durchgängiges Gewässerprofil angelegt, welches südlich entlang des HRB weitergeführt wird. Dort wird zudem eine Sekundäraue angelegt.

Diese Variante wird in Kapitel 4 ausführlich erläutert.

Für die Bewertung der Durchgängigkeit des Broicher Baches ergibt sich eine Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand. Der Hochwasserschutz des HRB wird durch die Absenkung des Dauerstaus erhöht. Durch die Umlegung des HRB in den Nebenschluss wird der Sedimenteintrag in dieses verringert.

**Variante 3: Umwandlung in ein „grünes“ Becken,  
Entschlammung des Hauptbeckens,  
Änderung des Beckenbetriebes auf Trockenbecken,  
Erstellung eines Durchleitungsgerinnes**

Als Variante 3 ist eine Entschlammung des HRB vorgesehen, gemäß Beschreibung Variante 1. Der Betrieb des HRB Herzogenrath erfolgt als Trockenbecken. Es wird ein Durchleitungsgerinne erstellt, in dem der mittlere Abfluss des Broicher Baches ohne Ausuferung durch das Becken geführt wird. Das HRB liegt weiterhin im Hauptschluss (Abbildung 19).



Abbildung 19: Lageplan HRB Herzogenrath Variante 3

Variante 3 sieht eine Beseitigung des Dauerstaus vor. Hierdurch wird ein zusätzliches nutzbares Stauvolumen von ca. 70.000 m<sup>3</sup> aktiviert, das den Hochwasserschutz der Unterlieger verbessert. Es bleibt zu berücksichtigen, dass die Gefahr von Fehlstellen der Deckschicht des Grundwasserleiters innerhalb des Hochwasserrückhaltebeckens besteht, da eine vollständige Erkundung der Deckschicht nicht möglich ist. Zur besseren Beobachtung ist eine stufenweise Absenkung des Dauerstaus möglich.

Hinsichtlich der durchzuführenden Maßnahmen ist der bautechnische Aufwand dieser Variante gering. Es sind keine neuen Bauwerke im HRB zu erstellen. Bestehende Betriebseinrichtungen werden lediglich umgebaut.

Die Durchgängigkeit des HRB Herzogenrath wird ausgehend vom Ist-Zustand verbessert. Der umzubauende Durchlass im Ablauf des HRB und die raue Rampe im Zulauf des HRB stellen für die Migration der Gewässerfauna keine Hindernisse dar.

### **3.2 Beurteilung der Varianten gemäß „Blauer Richtlinie“**

---

Im Folgenden werden die entwickelten Varianten anhand der Wertzahl-Matrix gemäß der „Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“ (MUNLV NRW, 2010) ausgewertet und darauf aufbauend eine Vorzugsvariante ausgearbeitet.

Die Beurteilung der untersuchten Varianten erfolgt auf der Grundlage von 6 Planungszielen. Die einzelnen Bewertungen der Planungsziele beschreiben die Erreichbarkeit der Entwicklungsziele. Die als Variantenmatrix dargestellten Ergebnisse führen zur Vorzugsvariante.

#### **Planungsziel 1: Verbesserung des Hochwasserschutzes**

Die wichtigste Funktion des HRB ist der Hochwasserschutz. Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes wird eine Vergrößerung des zur Verfügung stehenden Retentionsvolumens im HRB angestrebt. Zum einen soll hierdurch der Schutz der Bebauung im Unterwasser verbessert werden, indem die Einleitungen aus dem Broicher Bach in die Wurm bei Hochwasserereignissen verringert werden. Zum anderen wäre je nach Ausmaß der Vergrößerung des Rückhaltevolumens im Extremfall sogar eine Reduzierung des Umfangs anderer Maßnahmen im Einzugsgebiet des Broicher Baches möglich.

#### **Planungsziel 2: Entwicklung naturnaher Gerinnestrukturen, Außenstrukturen, Fließverhältnisse und entsprechender Lebensgemeinschaften**

Ziel ist die Wiederherstellung eines gewässertypischen Gerinnes mit den hieraus resultierenden gewässertypischen Strömungs- und Habitatverhältnissen als Voraussetzung zur Entwicklung entsprechender Lebensgemeinschaften.

#### **Planungsziel 3: Verbesserung des Unterhaltungsaufwandes**

Zur Beurteilung des Ist-Zustandes und der entwickelten Lösungskonzepte wird der Unterhaltungsaufwand berücksichtigt. Dieser ist durch das störungsfreie Verhalten des HRB bei anlaufendem und ablaufendem Hochwasser und den damit verbundenen Staukoten innerhalb des Beckens sicherzustellen. Dies wird durch die Überwachung und Wartung (z. B. durch Entschlammen) des HRB erreicht.

#### **Planungsziel 4: Erhalt bestehender Nutzungen**

Ziel ist es, bestehende Nutzungen zu erhalten und nicht oder nur geringfügig zu beeinträchtigen. Hierbei sind besonders die Wege- und Sichtbeziehungen und die damit verbundene Gewährleistung der Wahrnehmung und Erlebbarkeit des Naherholungsgebietes zu beachten.

#### **Planungsziel 5: Minimierung von Eingriffen in den Boden**

Ziel ist der Erhalt des natürlichen Bodens bzw. die Minimierung des Bodeneingriffs/-abtrags, um dem Eigenwert dieses Schutzgutes Rechnung zu tragen.

#### **Planungsziel 6: Verbesserung der ökologischen Verhältnisse**

Die ökologischen Auswirkungen der entwickelten Lösungskonzepte auf die vorhandenen Strukturen werden bewertet. Hierbei ist die ökologische Durchgängigkeit des Broicher Baches entlang des Beckens und ergänzend perspektivisch vom HRB Herzogenrath bis zur Mündung in die Wurm zu bewerten. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen die vorhandenen Lebensräume für Flora und Fauna.

#### **Bestimmung der Zielgewichte**

Die Zielgewichte (ZG) geben den Bedeutungsgrad des entsprechenden Zieles für die Gesamtmaßnahme wieder. Die Summe aller Zielgewichte beträgt 100, wobei die Gewichtung durch Bewertung der Ziele in ihrem Verhältnis zueinander erfolgt (MUNLV NRW, 2010).

Die Festlegung der Zielgewichte für die sechs betrachteten Planungsziele zeigt die nachfolgende Tabelle 6.

Tabelle 6: Zielgewichte des Variantenvergleichs

<b>Planungsziel</b>		<b>Zielgewicht</b>
1	Verbesserung des Hochwasserschutzes	30
2	Entwicklung naturnaher Gerinnestrukturen, Auenstrukturen, Fließverhältnisse und entsprechender Lebensgemeinschaften	15
3	Verbesserung des Unterhaltungsaufwandes	5
4	Erhalt bestehender Nutzungen	15
5	Minimierung von Eingriffen in den Boden	10
6	Verbesserung der ökologischen Verhältnisse	25
<b>Summe der Zielgewichte</b>		<b>100</b>

#### **Zielrealisierungsgrad**

Die Feststellung des Zielrealisierungsgrades (ZR) und die Ermittlung der Rangordnung und damit der Lösungsvariante zeigt die nachstehende Tabelle 7. Die Rangordnung der Varianten wird anhand einer Wertzahl-Matrix ermittelt. Die Produkte von Zielgewicht (ZG) und Zielrealisierungsgrad (ZR) ergeben die Wertzahl (WZ) für die jeweilige Variante. Aus der

Summe der Wertzahlen ergeben sich die Rangpositionen der Varianten.  
Der Zielrealisierungsgrad (ZR) der Varianten wird durch folgende Skala festgelegt:

0 = keine Erfüllung des Zieles

1 = sehr geringe Erfüllung des Zieles

2 = geringe Erfüllung des Zieles

3 = mäßige Erfüllung des Zieles

4 = gute Erfüllung des Zieles

5 = sehr gute Erfüllung des Zieles

6 = bestmögliche Erfüllung des Zieles

Tabelle 7: Wertzahlmatrix des Variantenvergleichs

		Zielgewicht	Variante 0		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
			Ist-Zustand	Entschlammung		Nebenschluss		Trockenbecken		
Planungsziel		ZG	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ
1	Verbesserung des Hochwasserschutzes	30	0	0	4	120	5	150	6	180
2	Entwicklung naturnaher Gerinnestrukturen, Auenstrukturen, Fließverhältnisse und entsprechender Lebensgemeinschaften	15	0	0	0	0	6	90	6	90
3	Verbesserung des Unterhaltungsaufwandes	5	0	0	3	15	4	20	4	20
4	Erhalt bestehender Nutzungen	15	4	60	4	60	5	75	3	45
5	Minimierung von Eingriffen in den Boden	10	6	60	6	60	3	30	4	40
6	Verbesserung der ökologischen Verhältnisse	25	0	0	3	75	6	150	4	100
<b>Summe der Wertzahlen</b>		100		<b>120</b>		<b>330</b>		<b>515</b>		<b>475</b>
<b>Rang</b>			<b>4</b>		<b>3</b>		<b>1</b>		<b>2</b>	
<i>Erläuterung:</i>		ZG ZR WZ	Zielgewichtung (Summe = 100) Zielrealisierungsgrad (von „0“ – kein bis „6“ – bestmöglich) WZ (ZG x ZR)							

Die Bewertungsmatrix zeigt, dass Variante 2 die höchste Wertzahl erreicht. Dieses Lösungskonzept beinhaltet für die formulierten Ziele die besten Maßnahmen. Sowohl für die Verbesserung des Hochwasserschutzes, als auch bei der Verbesserung der ökologischen Verhältnisse wird die bestmögliche Erfüllung des Zieles erreicht. Variante 2 stellt hiermit die Vorzugsvariante innerhalb der durchgeführten Variantenuntersuchung dar.

Zur Klärung der Eutrophierungsproblematik des HRB Herzogenrath wurde 2013 ein Sanierungskonzept erstellt (lanaplan/PB Koenzen). Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass durch die Verlegung des Broicher Baches in den Nebenschluss des HRB eine erhebliche Verbesserung der Nährstoffsituation im Becken entstehen könnte. Die Maßnahme ermöglicht u. a. eine regulierbare Wasserbeschickung des HRB, eine Manipulation des Fischbestandes, den Einsatz eines Phosphor-Fällmittels (z. B. Lanthan) und die Etablierung eines Schilfgürtels in den neu entstandenen Flachwasser- und Uferbereichen des HRB.

### **3.3 Beschreibung der geplanten Umgestaltung (Lösungsvariante)**

---

Die geplante Umgestaltung wird in Kapitel 4 detailliert beschrieben.

## 4 Entwurfsbeschreibung

---

Der wasserwirtschaftliche Entwurf für die Lösungsvariante zur Umsetzung der in Kapitel 3.2 beschriebenen Planungsziele wird hier im Folgenden beschrieben.

Der vorliegende Entwurf entspricht dabei der „Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“ (MUNLV NRW, 2010) und dem DWA Merkblatt 509 „Fischaufstiegsanlagen und Fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung“ (DWA, 2014).

### 4.1 Übersicht über die geplanten Maßnahmen

---

Es sind folgende Maßnahmen am Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath vorgesehen:

- I. Entschlammung des HRB
- II. Anordnung des HRB im Nebenschluss mit abgesenktem Stauziel
- III. Neutrassierung des Broicher Bachs außerhalb des HRB
- IV. Umgestaltung des südlichen Vorbeckens
- V. Umgestaltung des nördlichen Vorbeckens
- VI. Erstellung einer Verwallung
- VII. Umgestaltung des Zulaufs des Auslaufbauwerks
- VIII. Anschluss vorhandener Einleitungen an das Gewässer
- IX. Herstellung und Wiederherstellung von Wegen
- X. Herstellung Biberschutz im westlichen Damm des Hauptbeckens

Eine Übersicht der geplanten Umgestaltung ist in Abbildung 20 dargestellt. Die Anordnung des HRB erfolgt nicht mehr im Hauptschluss, sondern im Nebenschluss. Dafür wird die bestehende Fläche des HRB in zwei Bereiche aufgeteilt. Im nördlichen Bereich bleibt das Becken im Dauerstau bestehen, während südlich ein Bereich vom restlichen HRB abgetrennt wird, in dem der Broicher Bach neutrassiert wird. Die Trennung der zwei Bereiche voneinander erfolgt durch einen Damm.

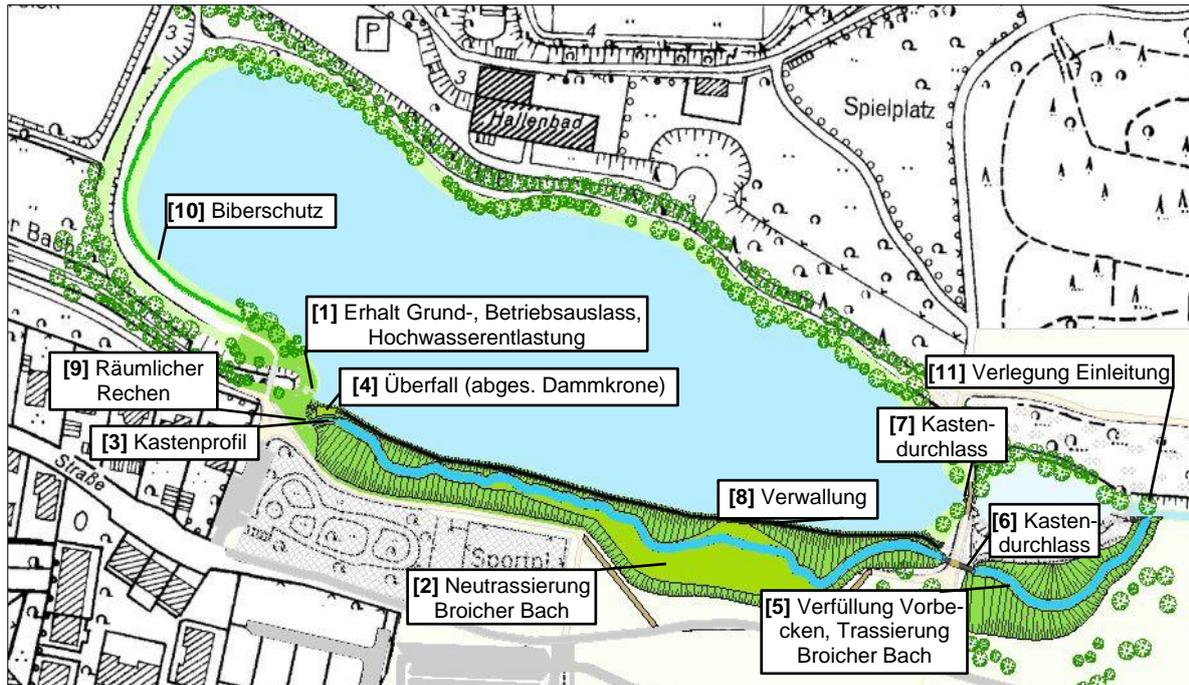


Abbildung 20: Übersicht der Lage der geplanten Maßnahmen

## I. Entschlammung des HRB (als vorgezogene Maßnahme bereits weitestgehend erfolgt)

Eine Entschlammung des Hochwasserrückhaltebeckens bewirkt die Entfernung des nährstoffhaltigen Sediments und eine Vergrößerung der Wassertiefe. Durch diese Maßnahme wird die starke Biomasseentwicklung gestoppt und der Sauerstoffhaushalt kann sich wieder normalisieren. Die Fäulnisbildung wird verhindert.

Diese Maßnahme wurde mittels Geotubes über die gesamte Fläche als vorgezogene Maßnahme durchgeführt und im Jahr 2012 abgeschlossen. Da sich in der Zwischenzeit eine neue Sedimentschicht gebildet hat, sind für die von der Planung betroffenen Flächen Maßnahmen bezüglich des Sediments notwendig.

Auf der Fläche des südlichen Vorbeckens wird der vorhandene Schlamm als Teil der Verfüllung genutzt, da das Becken den Schlamm örtlich festsetzt, keine Anforderungen an die Belastbarkeit der flachen Böschungen gegeben sind und der Bereich für die Öffentlichkeit abgesperrt ist. Die Grundfläche des neuen Damms wird von seit 2012 angefallenem Schlamm freigeräumt, um die Standsicherheit herstellen zu können. Der anfallende Schlamm wird abgefahren.

Der Umgang mit den Sedimentablagerungen wird in Kapitel 4.1.1 genauer beschrieben.

## II. Anordnung des HRB im Nebenschluss mit abgesenktem Stauziel

Das HRB bleibt im Dauerstau bestehen. Allerdings wird der Wasserspiegel von 106,70 m mNN um 0,5 m abgesenkt. Daraus ergibt sich ein zusätzlich nutzbares Stauvolumen von rund 20.000 m<sup>3</sup>. Das Ziel dieser Optimierung ist eine größtmögliche Absenkung zur Maximierung des gewöhnlichen Retentionsraumes, bei gleichzeitiger Gewährleistung einer ausreichenden Wassertiefe. Das Bauwerk des Grund- und Betriebsauslasses sowie der Hochwasserentlastung bleibt unverändert bestehen (Abbildung 20, [1]). In den neu entstehenden Flachwasser- und Uferbereichen wird ein Schilfgürtel etabliert. Der Hauptdamm erhält einen Biber-schutz [10].

### **III. Neutrassierung des Broicher Baches außerhalb des HRB**

Anhand eines iterativen Prozesses unter Einhaltung der hydraulischen Grenzwerte wurde die optimale Lösung für die Neutrassierung des Broicher Baches herausgearbeitet. Dabei wurden die Randbedingungen des Leitbildes für einen kiesgeprägten Tieflandbach berücksichtigt. Die überschlägliche Bemessung des Gerinnes erfolgt in Kapitel 5.

Auf einer Länge von rund 456 m wird das neue Gewässerprofil anhand einer leitbildtypischen Querschnittsgestaltung und Laufkrümmung vor-trassiert. Südlich des HRB verläuft das geplante Gewässer gestreckt bis schwach gewunden. Östlich des vorhandenen Sportplatzes wird durch die Herstellung eines Sekundärauenbereichs eine gewässerökologisch vielfältige eigendynamische Entwicklung initiiert (Abbildung 20, [2]).

Der neutrassierte Broicher Bach erhält bei Normalabfluss den Hauptteil des Zustroms, sodass das HRB in den Nebenschluss verlegt wird und die Sedimente durch das Gerinne geführt werden. Es werden kleinräumig au-enähnliche Verhältnisse geschaffen, die zu einer gewässertypischen, eigendynamischen Veränderung beitragen. Um die Gefahr von Verklausungen und Beschädigungen des Auslaufs zu vermindern wird auf eine umfangreiche Bepflanzung der Sekundäraue verzichtet.

Auf den letzten rund 12 m zum Auslaufbauwerk wird das Gerinne als durchgängiges Kastenprofil angelegt und sohlgleich an dieses angebunden (Abbildung 20, [3]). Das Kastenprofil im Unterlauf ist aufgrund des geplanten Überfalls aus dem HRB über die Böschung notwendig (Abbildung 20, [4]). In diesem Bereich wird der Damm abgesenkt, um die Dauerstauhöhe des HRB zu gewährleisten.

### **IV. Umgestaltung des südlichen Vorbeckens**

Entlang des ehemaligen südlichen Vorbeckens wird ein naturnahes Gerinne hergestellt, das sohlgleich an den Broicher Bach angeschlossen wird (Abbildung 20, [5]). Der Anschluss des ehemaligen südlichen Vorbeckens an den folgenden neutrassierten Bachabschnitt (s. Punkt III.) erfolgt durch einen fischdurchgängigen Kastendurchlass. Dieser wird unterhalb des vorhandenen Schotterweges geführt und im Ein- und Auslauf an die

dort neu geschaffenen Höhen des Gewässerprofils angeschlossen (Abbildung 20, [6]). Darauf folgt das naturnahe Gerinne mit Sekundärauenbereichen (s. Punkt III.).

Der Umgang mit den Biberbeständen wird in der Artenschutzprüfung (ASP) näher erläutert.

## **V. Umgestaltung des nördlichen Vorbeckens**

Das nördliche Vorbecken wird mittels eines Kastenprofils an das HRB angeschlossen (Abbildung 20, [7]). Dieses ersetzt die bestehende, sanierungsbedürftige Brücke. Hierfür wird ein rechteckiges Profil mit den lichten Maßen 1,50 m Breite x 1,43 m Höhe und einer Länge von 5,10 m im Erdreich eingebracht. Eine rund 20 cm mächtige Sohlschicht aus Steinmatten reduziert die lichte Höhe innerhalb des Kastenprofils auf 1,23 m und stellt die Einhaltung der Gewässerdurchgängigkeit sicher. Es erfolgt ein höhengleicher Anschluss der errichteten Überfahrt an den vorhandenen Weg, sodass die vorhandene Wegebeziehung wieder in ihre ursprüngliche Form hergestellt wird.

Die Steuerung des Zulaufes vom Broicher Bach in das nördliche Vorbecken erfolgt weiterhin durch das vorhandene Klappenwehr im Zulauf des nördlichen Vorbeckens. Es wird ebenso wie das Hauptbecken des HRB in den Nebenschluss verlegt. Über die Klappenwehre gesteuert kann bei Bedarf dem HRB Wasser zugeleitet werden.

Durch den Erhalt des Klappenwehrs können die Fische des HRB nicht in den Broicher Bach einwandern. Diese sind für die Fischfauna des Baches nicht relevant und es ermöglicht die Manipulation des Fischbestandes im Dauerstau des HRB zur Verbesserung der Wasserqualität.

## **VI. Erstellung einer Verwallung**

Der neue Hauptlauf ist im Vor- und Hauptbecken mit einem Wall vom nördlichen dauergestauten Beckenbereich getrennt, wobei der bestehende Damm zwischen dem nördlichen und südlichen Vorbecken erhalten bleibt (Abbildung 20, [8]). Im Bereich des HRB folgt der Wall auf einer Länge von rund 305 m dem Sohlängsgefälle des Baches. Um Durchsickerungen zu verhindern, wird eine Spundwand in den Wall eingebracht. Der Wall schließt im Bereich der Vorbecken und beim Auslaufbauwerk des HRBs an das Bestandsgelände an. Im Bereich des Auslaufs des neu-trassierten Broicher Baches wird der Damm auf einer Länge von 9,80 m auf eine Höhe von 106,20 m NN abgesenkt. So wird das Stauziel von 106,20 m NN erreicht. Die vorhandene Überlaufschwelle wird zurückgebaut. Kapitel 4.1.2 beinhaltet eine genauere Beschreibung der Funktionsweise und Kapitel 4.1.4 der Ausgestaltung des Dammes.

Der Überlauf aus dem und in den neutrassierten Broicher Bach (Fließrichtung je nach Lastfall, s. Kapitel 4.1.2) erfolgt an dessen Ende um eine möglichst gute Durchmischung des Wasserkörpers im HRB und günstige

Bedingungen für eine kurze Verweilzeit des Wassers im Becken zu erreichen.

## **VII. Umgestaltung des Zulaufs des Auslaufbauwerks**

Der Rechen des Auslaufbauwerks des bestehenden Hanggrabens wird durch einen räumlichen Rechen ersetzt (Abbildung 20, [9]). Das Auslaufbauwerk sowie die Hydroslices bleiben davon abgesehen unverändert. Aufgrund des Überlaufs aus dem - und in das - HRB im Bereich vor dem Auslaufbauwerk (Abbildung 20, [4]) wird ein durchgängiges Kastenprofil eingebaut (Abbildung 20, [3]). Hierfür wird ein rechteckiges Profil mit den lichten Maßen 1,50 x 0,81 m und einer Länge von 12,00 m im Erdreich eingebracht. Eine rund 20 cm mächtige Sohlschicht aus Steinmatratzen stellt die Einhaltung der Gewässerdurchgängigkeit und die Stabilität des Sohlsubstrats sicher.

## **VIII. Anschluss vorhandener Einleitungen in das Gewässer**

Die vorhandenen, südlichen Einleitungen werden an das neue Gewässer angeschlossen und bleiben in ihrer Form und Lage erhalten. Sie werden jedoch zusätzlich mit Wasserbausteinen gesichert. Die Mischwassereinleitung am nördlichen Vorbecken wird an den Broicher Bach oberhalb des vorhandenen Wehres angeschlossen (Abbildung 20, [11]). Die Einleitung erfolgt somit zukünftig in die fließende Welle und nicht in den Dauerstau des HRBs. Die Einleitungshöhe beträgt 108,49 m. Die bestehende Einleitung wird verdämmt.

## **IX. Herstellung und Wiederherstellung von Wegen**

Entlang des Bereichs der Sekundäraue werden ein nordwestlich und ein nordöstlich verlaufender Weg hergestellt. Der vorhandene Schotterweg zwischen dem ehemaligen südlichen Vorbecken und dem HRB wird wiederhergestellt, ebenso wie der Schotterweg nördliche des nördlichen Vorbeckens, nachdem die Mischwassereinleitung verlegt wurde.

## **X. Herstellung Biberschutz im westlichen Damm des Hauptbeckens**

Auf der wasserseitigen Böschung des westlichen Damms des Hauptbeckens wird ein Biberschutz hergestellt ([10], GEW-LP-G-303). Dazu wird der vorhandene Oberboden bzw. die unterhalb des vorhandenen Dauerstau-niveaus liegende obere Schicht der Steinschüttung entnommen und seitlich gelagert. Es wird ein Biberschutznetz mit Wirrgelege auf der Böschung eingebracht und im Erdreich verankert. Anschließend wird, oberhalb der vorhandenen Dauerstauhöhe das seitlich gelagerte Material der obersten Bodenschicht wieder angedeckt. Der Böschungsfuß des Wirrgeleges wird mit einer Steinwalze gesichert.

## 4.1.1 Bodenmanagement

---

Im Rahmen hydrogeologischer Untersuchungen zu einer möglichen Verlegung des Broicher Bachs südlich des HRB in einem Bereich östlich des Sportplatzes sind im April 2017 (Anlage 2) sowie zwischen Oktober 2018 und Februar 2019 (Anlage 3) Feld- und Laborversuche durchgeführt und ausgewertet worden. Eine ausführliche Beschreibung der vorherrschenden Bodenverhältnisse in Bezug auf die Baugrundeigenschaften ist in Kapitel 2.1.5 zu finden.

Die Auswertungen ermöglichen die Schlussfolgerung, dass im Bereich der geplanten Bachverlegung nicht mit schwer löslichen Böden zu rechnen ist. Die geplante Verlegung des Broicher Bachs in einem Bereich östlich des Sportplatzes ist somit aus baugrundtechnischer Sicht umsetzbar.

Zudem ist die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass der im Rahmen der Neutrassierung des Broicher Bachs anfallende Bodenaushub für die Verfüllung des südlichen Vorbeckens und zur Herstellung der Verwallung genutzt werden kann.

Die Planung sieht einen weitest gehenden Ausgleich der Bodenbewegungen vor. Der Bodenabtrag erfolgt hauptsächlich zwischen den Stationierungen km 0+160 und km 0+290. Der hier entnommene Boden muss entsprechend innerhalb des Baufelds in die Bereiche östlich und westlich umgelagert sowie zur Herstellung des Dammes genutzt werden.

Die Bereiche des Bodenauftrags- und -abtrags sind in Abbildung 21 dargestellt. Dabei wird sichergestellt, dass entsprechend des Verschlechterungsverbots der BBodSchV die Umlagerung des Bodens lediglich in Bereiche mit mindestens gleich hoher Belastung erfolgt.

Im „Östlichen Bereich“ (s. MP 1 „Alter Damm“, RKB 1 – 3 & MP 2 „Aufschutt mit Bauschutt“, RKB 2, Bodengutachten 2019) wird der Boden als Z2 eingestuft. Hier werden die geringen Mengen des in diesem Bereich anfallender Abtrag wiedereingebaut und zusätzlich Boden aus dem Bereich zwischen den Stationierungen km 0+160 und km 0+290 („Abtrags Bereich“) aufgetragen.

Im „Westlichen Bereich“ (s. MP 4, RKB 9, Bodengutachten 2019) wird der Boden als Z 1.1 (mit Berücksichtigung TOC) bzw. Z 0 (ohne Berücksichtigung TOC) eingestuft. Hier wird, wie im „Östlichen Bereich“, Boden aus dem „Abtrags Bereich“ aufgetragen.

Im „Abtrags Bereich“ wird der Aufschutt im Bereich des bestehenden Weges (s. MP 3, RKB 5 und 6, Bodengutachten 2019) als Z 2 klassifiziert. Im Bereich der RKB 11 und 12 wird der Aufschutt als Z 2 (mit Berücksichtigung TOC) bzw. Z 0 (ohne Berücksichtigung TOC) eingestuft. Der Tallem wird im gesamten Bereich als Z 0 klassifiziert (s. MP 5 & MP Tallem, Bodengutachten 2019).

Dementsprechend, wird im „Östlichen Bereich“ keine Verschlechterung der vorhandenen Situation durch Auftrag von Boden aus dem „Abtrags Bereich“ herbeigeführt. Für den „Westlichen Bereich“ wird im Rahmen der Bauausführung der im Bereich der RKB 11 und 12 liegende Boden, der Tallem oder anzuliefernder Boden, sollte dieser benötigt werden (s. unten), verwendet.

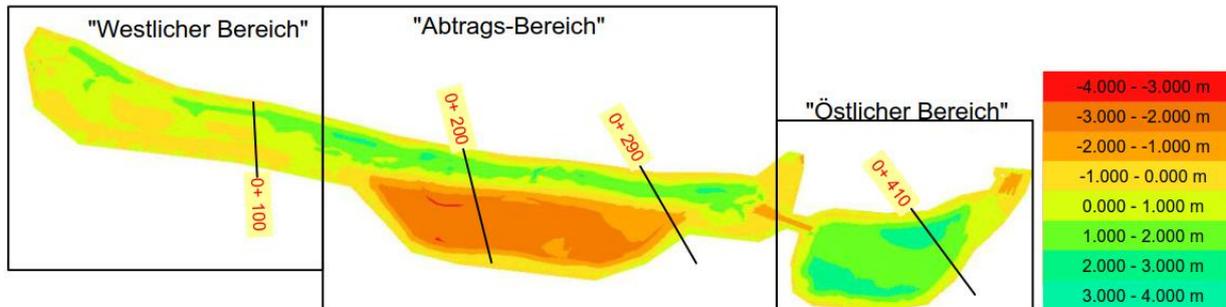


Abbildung 21: Bereiche Bodenabtrag (rot) und Bodenauftrag (grün)

Die Schlammablagerungen im Hauptbecken und im südlichen Vorbecken werden unterschiedlich behandelt, wobei in beiden Fällen die oberste Schicht (rd. 10 cm) vorab abgezogen und als stark organisches Material gesondert verwertet, bzw. entsorgt wird.

Im südlichen Vorbecken wird lediglich, nachdem das Becken für die Dauer der Arbeiten in den Nebenschluss gelegt wurde, die oberste Schicht des Schlammes, die mit stark organischem Material besetzt ist abgezogen und verwertet, bzw. entsorgt. Der restliche Schlamm wird in die Bereiche umgelagert, in denen der Bodenauftrag >1,5 m ist. Außerdem wird der Schlamm, begleitend zum Bodenauftrag, aus der Fläche unterhalb des anzulegenden Gerinnes in Bereiche mit Bodenauftrag >1,5 m gezogen. Hier wird auf der gesamten Höhe gewachsener Boden aufgetragen. Somit wird ein standsicheres Gerinneprofil hergestellt. Auf einer Fläche von rd. 1200 m<sup>2</sup> werden ca. 1000 m<sup>3</sup> Schlamm des Vorbeckens eingebracht, sodass eine durchschnittliche Auftragshöhe von rd. 0,85 m entsteht. Diese Schlammsschicht wird mit gewachsenem Boden aus dem „Abtrags Bereich“ sowie Mutterboden überdeckt. So beträgt die Überdeckung mindestens 0,65 m.

Im Bereich des Hauptbeckens des HRB muss ein standsicherer Unterbau für den neuen Damm hergestellt werden. Im Zuge dessen muss der vorhandene Schlamm hier im Bereich der Umgestaltung von der Fläche entfernt und verwertet, bzw. entsorgt werden. Um den Wassergehalt des Schlammes und somit die zu entsorgende Masse zu senken können hierzu die Zwischenlagerung und Entwässerungsmaßnahmen, wie z.B. Kammerfilterpressen eingesetzt werden.

Der Bodenabtrag für die Gewässertrassierung und Herstellung des Trenndamms beträgt insgesamt rund 7.300 m<sup>3</sup>, zuzüglich der Entnahme

von rund 3.000 m<sup>3</sup> Schlamm. Rund 2.000 m<sup>3</sup> des abgetragenen Schlammes wird im Zuge der Maßnahme entsorgt. Der Bodenauftrag beträgt rund 7.550 m<sup>3</sup> inklusive des Schlammes im südlichen Vorbecken und zu liefernder Baustoffe, wie beispielsweise Wasserbausteinen zur Herstellung einer Aufstandsfläche für den Trenndamm. Die Aufteilung der Massen kann Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Bodenbewegungen Gewässer &amp; Damm

Stoff	Maßnahme	Abtrag	Entsorgung	Wiedereinbau	Anliefern & Einbau
<b>Schlamm</b>	<i>südl. Vorbecken &amp; Freiräumen d. Aufstandsfläche Trenndamm</i>	2.400 m <sup>3</sup>	1.400 m <sup>3</sup>	1.000 m <sup>3</sup>	-
	<i>Oberste Schicht – stark organisches Material</i>	600 m <sup>3</sup>	600 m <sup>3</sup>	-	-
<b>Oberboden</b>	<i>Neutrassierung Gewässer</i>	1.500 m <sup>3</sup>	-	1.500 m <sup>3</sup>	-
<b>Unterboden</b>	<i>Neutrassierung Gewässer</i>	5.800 m <sup>3</sup>	2.050 m <sup>3</sup>	3.750 m <sup>3</sup>	-
<b>Wasserbausteine</b>	<i>Aufstandsfläche Trenndamm</i>	-	-	-	1.000 m <sup>3</sup>
<b>Grobkies</b>	<i>Gewässersohle</i>	-	-	-	300 m <sup>3</sup>
		<b>10.400 m<sup>3</sup></b>	<b>4.150 m<sup>3</sup></b>	<b>6.250 m<sup>3</sup></b>	<b>1.300 m<sup>3</sup></b>
				<b>7.550 m<sup>3</sup></b>	

Der Boden muss im Vorfeld des Abtrags in-situ entwässert werden, da er im nicht entwässerten Zustand zum „Fließen“ neigt. Die Entwässerung erfolgt durch Vakuumplanzen in bis zu 3 m tiefe. Die Reichweite (Radius der Änderung des Grundwasserstands) beträgt rechnerisch bis zu 30 m (Annahme Absenkung 3 m,  $k_f = 1 \times 10^{-5}$ ). Für die Ermittlung des Wasserandrangs ist auf Erfahrungswerte zurückzugreifen. Die rechnerische Ermittlung für fiktive Ersatzbrunnen ergibt einen ungefähren Wasserandrang von 17 m<sup>3</sup>/h. Es ist mit einer Vorlaufzeit der Vakuumanlage von ca. 3 – 4 Wochen vor Beginn der Erdarbeiten für die selbst etwa 9 Wochen angesetzt werden zu rechnen. Somit kann die Grundwasserentnahme mit circa 35.000 m<sup>3</sup> abgeschätzt werden.

Es muss aufgrund der schlechten Entwässerungseigenschaften des anstehenden Bodens davon ausgegangen werden, dass Teile davon dennoch nicht für einen Wiedereinbau geeignet sind und abgefahren werden müssen. Im Zuge des Bodenmanagements wird angesetzt, dass der Wiedereinbau von 20% des entwässerten Bodens scheitert. Zusätzlich wird angenommen, dass weitere 15% des entnommen Bodens aufgrund lokal auftretender hoher Fremdanteile nicht im Rahmen der Maßnahme umgelagert werden können. Unter Beachtung dieser Ausfallraten muss kein zusätzlicher Boden angefahren werden. Zudem wird lediglich der Boden, welcher nicht zum Wiedereinbau geeignet ist, entsorgt.

Die letztendlich resultierende Ausfallrate ergibt sich erst im Laufe der Bau-  
maßnahme. Es gilt zu beachten, dass gem. § 2 (2) LBodSchG die Anlie-  
ferung von Boden mindestens 4 Wochen vor Beginn der Maßnahme bei  
der UBB Aachen angemeldet werden muss, sofern die Menge 800 m<sup>3</sup>  
überschreitet.

### 4.1.2 Betrieb im Planungszustand

---

Durch die Verlegung des HRBs in den Nebenschluss wird das Fließ-  
schema des Komplexes HRB – Broicher Bach verändert. Die Verschiede-  
nen Szenarien im Planungszustand werden in der Folge kurz erläutert:

**a) Abfluss bis  $Q_1$  (1,9 m<sup>3</sup>/s):**

Der Abfluss des Broicher Baches wird vollständig durch das neu  
geschaffene Durchleitungsgerinne und die angeschlossenen Hyd-  
roslides geführt.

Das nördliche Vorbecken und das HRB werden nicht beschickt.

**b) Abfluss >  $Q_1$  (> 1,9 m<sup>3</sup>/s):**

Der Abfluss des Broicher Baches durchfließt das Durchleitungs-  
gerinne. An dessen Ende wird der Abfluss nicht vollständig durch  
die Hydroslides weitergeleitet. Der Abfluss staut zurück und  
schlägt über die abgesenkte Dammkrone (Höhe 106,20 mNN =  
Dauerstauhöhe) in das HRB ab. Das HRB wird eingestaut. Dabei  
begrenzen die Hydroslides bei steigenden Zuflüssen den Auslauf  
auf 4 m<sup>3</sup>/s. Zusätzlich können bis zu 0,98 m<sup>3</sup>/s über den Betriebs-  
auslass (Plattenschieber im Ringdamm) abgegeben werden.

**c) Überschreiten des gewöhnlichen Stauziels (108,64 mNN)**

Wird das HRB über die abgesenkte Dammkrone so eingestaut,  
dass das gewöhnliche Stauziel von 108,64 mNN überschritten  
wird, setzt neben dem Abfluss durch die Hydroslides am Ende des  
Durchleitungsgerinnes der Abschlag über die Hochwasserentlas-  
tung des HRBs ein.

**d) Abnehmende Abflüsse**

Nach dem Erreichen der Hochwasserspitze wird Wasser über die  
abgesenkte Dammkrone aus dem HRB in das Umleitungsgerinne  
abgeschlagen. Dies geschieht so lange, bis im HRB wieder das  
Dauerstauniveau von 106,20 mNN erreicht wurde.

**e) Beschickung des HRB über das nördliche Vorbecken**

Der Zulauf aus dem Broicher Bach in das nördliche Vorbecken  
kann über ein Klappenwehr gesteuert werden (Bestandsplan s.  
Anlage 6). Ein Zulauf über diesen Weg ist im Normalbetrieb nicht

vorgesehen. Bei seltenen Hochwasserereignissen kann das Wehr überströmt werden. Die Beschickung des HRBs über das nördliche Vorbecken kann jedoch in Zeiten notwendig werden, in denen die Wasserverluste durch Verdunstung im HRB den Zufluss aus dem Grundwasser übersteigen. In diesen Fällen kann über das nördliche Vorbecken ein Teil des Abflusses des Broicher Baches dem HRB zugeführt werden, um das Dauerstauniveau konstant zu halten.

### 4.1.3 Linienführung und Längsentwicklung

---

Bei der Neutrassierung des Broicher Baches ergeben sich folgende Zwangspunkte:

- Anschluss an die vorhandene Gewässersohle im Oberlauf und Bauwerkssohle im Unterlauf
- Querung eines Weges
- Leitbildkonformer Querschnitt
- Geplanter Überfall über die Böschung zum HRB kurz vorm Auslaufbauwerk
- Querung von Versorgungsleitungen

Im Oberwasser beginnt die neue Linienführung oberhalb des vorhandenen Zulaufbauwerks zum südlichen Vorbecken, welches gleichzeitig der Anschlusspunkt an die vorhandene Sohle ist.

Die Linienführung für den neuen Bachverlauf wird auf einer Strecke von rund 456 m erstellt. Hier wird ein Sohlängsgefälle von rund 5,5 ‰ i. M. hergestellt. Dieses Längsgefälle wird vom Zulauf oberhalb des ersten Vorbeckens über das Kastenprofil bis rund 12 m vor dem Auslauf konstant fortgeführt. Das anschließende Kastenprofil wird mit einem Sohlängsgefälle von rund 10,5 ‰ hergestellt. Für den Gewässerabschnitt unterhalb der Hydroslices bleibt das Sohlängsgefälle erhalten bzw. wird nicht verändert.

Der Zulauf auf Höhe des ersten Vorbeckens wird sohlgleich auf einer Höhe von 108,07 m NN angeschlossen. Der Anschluss erfolgt an das Urgelände mit Böschungen. Im Bereich des Ablaufs des ehemaligen zweiten Vorbeckens wird das Gerinne auf rund 14,0 m als Kastenprofil unter dem Weg her geführt. Dabei wird vom Anschlusspunkt im Oberwasser auf einer Höhe von 107,52 m NN bis zum Anschlusspunkt im Unterwasser auf einer Höhe von 107,44 m NN ein Gefälle von 5,7 ‰ entwickelt. Im Anschluss verläuft das natürliche Gerinne bis auf eine Höhe von 105,64 m NN mit einem Gefälle von 5,6 ‰.

Der Ablauf des Durchleitungsgerinnes wird sohlgleich auf einer Höhe von 105,52 m NN angeschlossen. Der Anschluss erfolgt an das vorhandene

Auslaufbauwerk und die vorhandene Überlaufschwelle wird zurück gebaut.

Tabelle 9: Detailangaben der Abschnitte - angefangen im Oberwasser

Abschnitt	Beschreibung Abschnitt	Anfangshöhe [m NN]	Endhöhe [m NN]	Länge [m]	Gefälle [‰]
4	Vorbecken bis Kastenprofil	108,07	107,52	106,4	5,2
3	Kastenprofil 1	107,52	107,44	14,0	5,7
2	Kastenprofil 1 bis Kastenprofil 2	107,44	105,64	323,5	5,6
1	Kastenprofil 2	105,64	105,52	11,9	10,5

Entlang der Sekundäraue wird ein Schotterweg hergestellt und an den vorhandenen Pflasterweg, welcher entlang des Schulparkplatzes verläuft, angeschlossen. Auf einer Länge von rund 53 m erhält der geplante, westliche Weg ein Längsgefälle von 2,7 % und schließt höhengleich an die vorhandenen Wege an. Der geplante, östliche Weg erhält auf einer Länge von rund 30 m eine Längsneigung von 2,0 % und schließt ebenfalls höhengleich an die vorhandenen Wege an bzw. die vorhandene Wegebeziehung wird in ihrer Form wiederhergestellt.

#### 4.1.4 Querschnittsgestaltung

##### Gestaltung des Gerinnes

Auf einer Länge von rund 456 m wird eine leitbildkonforme Querschnittsgestaltung vorgenommen. Der Querschnitt wird mit einer Niedrigwassergrinne mit einer Sohlbreite von 0,2 m, einer Böschungsneigung von 1:2 und somit einer Breite von Böschungsoberkante zu Böschungsoberkante von 1,4 m modelliert. Die Breite von Böschungsoberkante zu Böschungsoberkante für den Mittelwasserabfluss inklusive Vorländer beträgt rund 3,38 m. Für den neugestalteten Abschnitt wird ein Doppeltrapezquerschnitt als Grundform mit Vorland verwendet, mit einer Böschungsneigung von 1:2 bis 1:3. Dabei wird die geplante Böschung an die vorhandene Böschung aus dem zweiten Vorbecken bzw. dem HRB angeschlossen. Der Zustand des Gerinnes wird sich mit der Zeit eigendynamisch entwickeln.

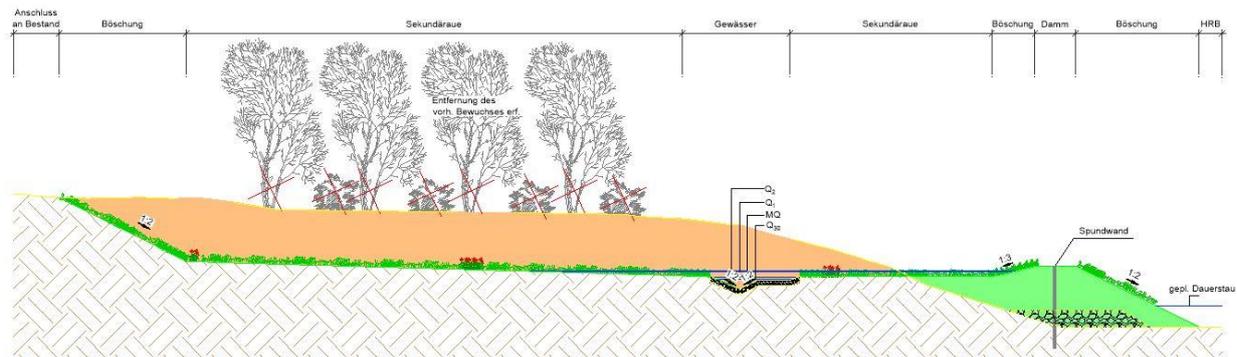


Abbildung 22: Querschnitt mit Sekundäraue

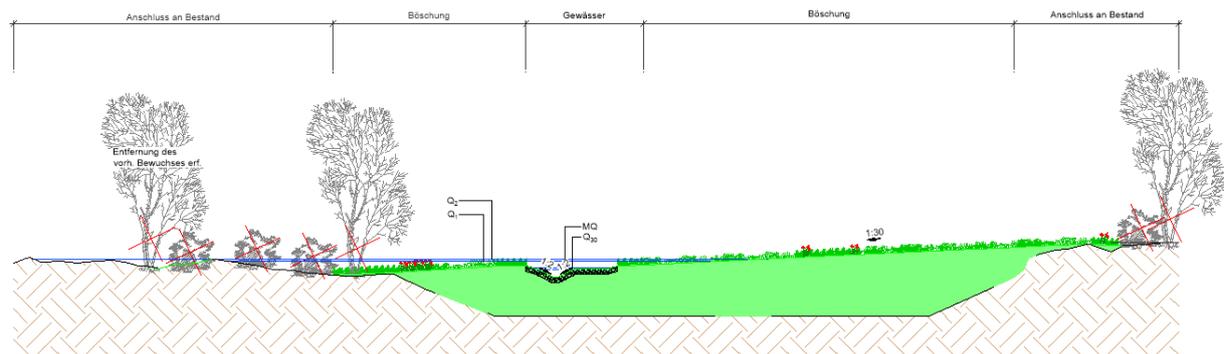


Abbildung 23: Querschnitt ohne Sekundäraue

## Gestaltung der Verwallung

Ein Wall dient als Trennung zwischen dem Durchleitungsgerinne und dem im Dauerstau betriebenen Hauptbecken. Die Höhe des Dammes beträgt mindestens 1,50 m von der Sohlhöhe des HRB. Die Kronenbreite beträgt 1,50 m und die Böschung wird mit einer Neigung von 1:2 bis 1:3 ausgebildet.

Die Krone und die Böschungen des Dammes werden mit einer Regio-Saatgutmischung für Uferbereiche (FLL RSM Regio) angesät und dadurch befestigt. Im Bereich der abgesenkten Dammkrone wird diese mit Wasserbausteinen gesichert. Die vorgesehene Verwallung ist mit einer Spundwand/Dichtwand etwa in Dammmitte zu sichern. Im Rahmen einer Vordimensionierung der Spundwand (Anlage 1) ist bei einem geplanten Dauerstau von 106,2 m NN eine Einbindetiefe von mindestens 3,54 m bestimmt worden. Für den hier vorliegenden Entwurf wird folglich eine Einbindetiefe von 4,50 m angenommen.

Der Dammfußbereich wird auf einer Breite von rund 4,5 m mit einer 60 cm mächtigen Steinschüttung hergestellt. Diese dient neben der Sicherung des Böschungsfußes zudem der Konstruktion des Dammkörpers. Aufgrund des vorhandenen Feinsandmaterials, welches in den bespannten Bereichen des vorhandenen HRB schwer zu verarbeiten ist, unterstützt die Steinschüttung die Herstellung eines standfesten Bodenauftrags und dient als Fahrspur bei der Setzung der Spundbohlen.

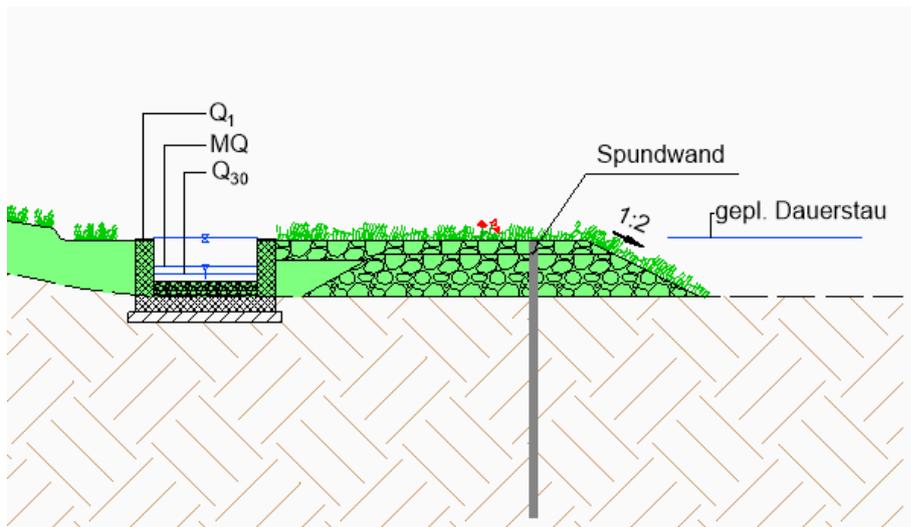


Abbildung 24: Querschnitt der abgesenkten Dammkrone und des Kastenprofils am Auslauf

Im Bereich des Auslaufs des Durchleitungsgerinnes wird auf einer Länge von rund 9,8 m die Dammkrone auf eine Höhe von 106,2 m NN gesetzt. Hier findet ein kontrollierter Abfluss aus den dauerbespannten Beckenbereichen in das Durchleitungsgerinne und umgekehrt, abhängig vom Lastfall (s. Kapitel 4.1.2), statt.

### **Gestaltung des Gerinnes im Bereich der abgesenkten Dammkrone**

Aufgrund der hydraulischen Randbedingungen wird das Gerinne in diesem Bereich auf rund 12 m als offenes Kastenprofil zum Auslaufbauwerk hin hergestellt. Dabei beträgt die Sohlbreite entsprechend der Sohlbreite des Auslaufbauwerks 1,50 m. Inklusive der Sohlsubstratmächtigkeit von rund 0,20 m beträgt die lichte Höhe des Kastenprofils 0,81 m.

### **Gestaltung des Kastenprofils des südlichen Vorbeckens**

Im Bereich des Ablaufs des ehemaligen südlichen Vorbeckens wird das Gerinne auf rund 14,0 m als Kastenprofil unter dem Weg hergeführt. Dabei beträgt die Sohlbreite 1,99 m. Inklusive der Mächtigkeit des Sohlsubstrates von rund 0,20 m beträgt die lichte Höhe des Kastenprofil 1,53 m.

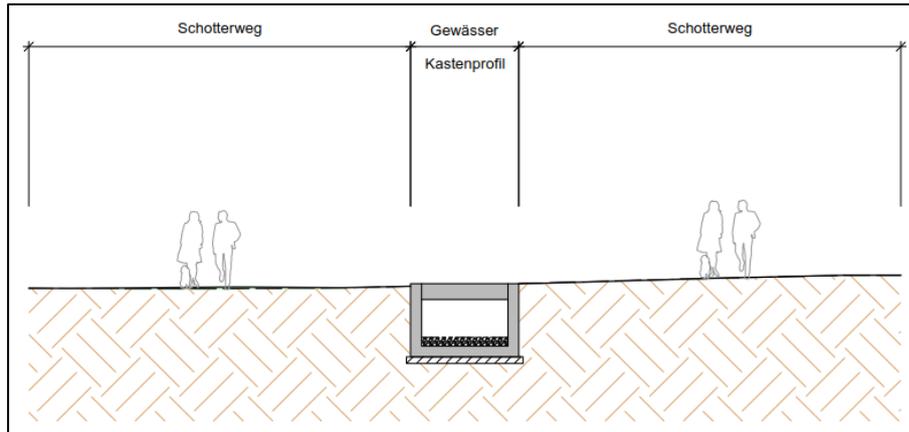


Abbildung 25: Querschnitt des Kastenprofils unter dem Weg

Durch ein geschlossenes Kastenprofil wird der vorhandene Weg wieder in seinen Ursprung hergestellt und mit dem bestehenden Weg verbunden.

### Gestaltung des Kastenprofils des nördlichen Vorbeckens

Die vorhandene Brücke zwischen dem nördlichen Vorbecken und dem Hauptbecken ist sanierungsbedürftig und wird im Zuge der Maßnahmen abgerissen. Der Neubau erfolgt als Kastenprofil mit einer lichten Weite von 1,50 m. Inklusiv einer Sohlschicht Dicke von rund 0,20 m beträgt die lichte Höhe des Kastenprofil 1,43 m. Das Kastenprofil wird als Überfahrt hergestellt, sodass die vorhandene Wegebeziehung weiterhin bestehen bleibt.

### Gestaltung der Schotterwege

Zwischen dem südlichen Vorbecken und dem Durchleitungsgerinne wird der bestehende Schotterweg wiederhergestellt. Entlang des Durchleitungsgerinnes wird der vorhandene Schotterweg rückgebaut. Die bestehende Wegebeziehung wird geschlossen, indem sie mittels zwei neuer Schotterwege an den vorhandenen Pflasterweg, welcher entlang des Schulparkplatzes verläuft, angeschlossen wird. Diese werden mit einer Einseitneigung von 2,5 % ausgebildet und bestehen neben der Frostschutz- (15 cm) und Schottertragschicht (25 cm) aus einer wassergebunden Deckschicht (5 cm).

Die weiteren vorhandenen Wegebeziehungen bleiben bestehen und werden in ihrer Form wiederhergestellt.

### 4.1.5 Sohlschubstrat

Als Sohlschubstrat wird Material eingebaut, das den Beschreibungen der LAWA-Fließgewässertypologie entspricht. Der Fließgewässertyp „Kiesgeprägter Tieflandbach ist durch Sohlschubstrate dominierend von Kies und Steine mit Sandanteilen geprägt (Pottgiesser, 2018).

Durch die Einschnittstiefe des neuen Gewässerprofils werden die vorhandenen Bodenschichten bis in den Tallehm und Lößlehm abgetragen. Aufgrund der zulässigen Fließgeschwindigkeiten, Sohlschubspannungen und des Versickerungsgrades ist es daher notwendig, ein gesondertes Sohlsubstrat einzubringen.

Daher wird oberhalb der Feinsandschicht eine rund 20 cm mächtige Grobkiesschicht sowie eine Filterschicht mit einer Dicke von 2 mm aus einem geotextilem Spinnvlies eingebracht, um die Stabilität bei Hochwasserlastfällen zu gewährleisten. Der Entwicklungskorridor wird mit keiner weiteren Bodenschicht ausgeführt. Auf der vorhandenen Bodenstruktur wird eine Regio-Saatgutmischung für Feuchtwiesen ausgesät, sodass sich kein signifikanter Bodenabtrag infolge von Hochwasser einstellt.

Die Kastenprofile werden ebenfalls mit einer Sohlsubstrat Dicke von rund 0,20 m ausgebildet. Die Einleitungen werden mit Grobkies gesichert.

#### **4.1.6 Gewässer- und Vegetationsentwicklung**

---

Durch die Maßnahmen wird die Wasserqualität im Becken stabilisiert und auch die Gewässerstruktur des Broicher Bachs verbessert. Sohlmaterial des Broicher Bachs wird nicht mehr in das Becken eingetragen. Im Becken kommt es zu einer Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse und die Sedimente werden durch das neue Gerinne ins Unterwasser transportiert.

Durch die Profilierung des neuen Gewässerprofils werden das vorhandene Wehr und die Brückenschwelle beim nördlichen Vorbecken umgangen und somit die Fischdurchgängigkeit wieder hergestellt.

Abgesehen von Ansaaten sind keine umfassenden (Initial-)Pflanzungen vorgesehen. Zum Schutz vor Verklausungen des neu geschaffenen Gewässerprofils sollen die Unterhaltungsmöglichkeiten langfristig erhalten bleiben und die unkontrollierte Entwicklung von Totholzverklausungen verhindert werden.

#### **4.2 Vorhandene bauliche Anlagen**

---

Eine ausführliche Beschreibung der vorhandenen baulichen Anlagen ist bereits in Kapitel 2.2.7 erfolgt.

##### **Auswirkungen der Absenkung des Stauziels**

Der Ringdamm des HRB bleibt bestehen. Aufgrund der Absenkung des Stauziels um 0,5 m wurde die Standsicherheit bei dem geplanten Absenkeziel überprüft. Die luftseitige Böschung des Dammes, welche als gefährdetster Bereich ausgemacht wurde, genügt bei Ansatz korrespondierender Becken- und Bachwasserspiegelhöhen sowie zugehöriger Sohlenwasserdrücke den Anforderungen der DIN 19700:2004-07.

Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse kann für die Sohle des Broicher Bachs im Bereich des kritischen Querschnitts keine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen bzw. hydraulischen Grundbruch nachgewiesen werden. Dieser, durch den Umbau Ende der 1980er Jahre erzeugte, Zustand wird hinsichtlich der Tragsicherheit des Ringdamms als unkritisch bewertet. Auch die Auswirkungen des abgesenkten Stauziels auf den restlichen Damm werden als unkritisch bewertet („HRB Herzogenrath – Vertiefte Überprüfung des Ringdammes gemäß § 106.2 LWG - Teil 3: Standsicherheitsuntersuchungen Böschung zum Broicher Bach 2. Ergänzung“, Ingenieurbüro Gell & Partner GbR, 2012).

### **4.3 Geplante bauliche Anlagen**

---

In der Folge werden die geplanten baulichen Anlagen übersichtlich zusammengefasst. Details der Maßnahmen können Kapitel 4.1 entnommen werden.

- Räumlicher Rechen vor dem Auslaufbauwerk des Durchgangserinnes
- Durchgängiges Kastenprofil vor dem Auslaufbauwerk des südlichen Gerinnes
- Überströmbarer Damm mit Spundbohlen
- Herstellung neuer Wege entlang der Sekundäraue und Wiederherstellung des bestehenden Schotterwegs mit Sicherung und Neuverlegung der bestehenden Versorgungskabel für die Beleuchtung
- Durchgängiger Kastendurchlass zwischen ehemaligem südlichen Vorbecken und Durchlaufgerinne südlich des HRB
- Durchgängiges Kastenprofil zwischen nördlichem Vorbecken und HRB
- Wiederherstellung des Schotterwegs nördlich des Vorbeckens nach Umlegung der Abschlagsleitung

## 5 Hydraulische Berechnungen

---

Im vorliegenden hydraulischen Nachweis wird die hydraulische Leistungsfähigkeit des Broicher Baches in dem von der Planung betroffenen Abschnitt mit Hilfe einer eindimensionalen stationären Wasserspiegellagenberechnung analysiert und bewertet. Dabei wird der Abschnitt des Broicher Baches für verschiedene Lastfälle untersucht. Zur Beurteilung der hydraulischen Auswirkungen der Maßnahme dient der Vergleich zwischen Ist- und Planungszustand. Besondere Bedeutung kommt dem hydraulischen Nachweis für die Abflussereignisse  $Q_{30}$ ,  $Q_{330}$ , MQ,  $Q_1$  und  $HQ_1$  zu.

### 5.1 Berechnungsverfahren

---

Die hydraulische Modellierung des Gewässersystems basiert auf einem eindimensionalen Ansatz mit stationärer Strömung. Zur Berechnung wird die Simulationssoftware HEC-RAS in der Version 5.0.3 eingesetzt. Die Software wurde am Hydraulic Engineering Center (HEC) des U.S. Army Corps of Engineers entwickelt und ist ein Standard für eindimensionale stationäre und instationäre Modelle in der Gewässerhydraulik.

Das Modell ermittelt die Wasserspiegellagen für verschiedene Abflusszustände auf Grundlage der Energiegleichung. Das grundlegende Verfahren zur Berechnung des Wasserspiegels bei stationär ungleichförmigem Abfluss in nichtprismatischen Gerinnen besteht in einer von Profil zu Profil fortschreitenden Berechnung diskreter Wasserspiegelhöhen. Der bernoullische Energiehöhenvergleich zwischen einem Querschnitt mit bereits bekannter und einem mit noch unbekannter Wasserspiegelhöhe dient als Berechnungsgrundlage.

Die Querschnitte bzw. die Teilflächen eines gegliederten Querschnittes (Flussbett sowie rechtes und linkes Vorland) werden als senkrecht durchströmte Flächen mit gleichmäßiger Geschwindigkeitsverteilung betrachtet. Der Abflussquerschnitt wird durch das erfasste Profildpolygon begrenzt, in der Höhe durch den Wasserspiegel.

Der Berücksichtigung von Strömungsverlusten kommt in der Energiegleichung eine erhebliche Bedeutung zu. Dabei wird zwischen kontinuierlichen und örtlich konzentrierten Verlusten unterschieden. Zur Berechnung dieser Verluste sind im Modell ausgereifte Ansätze vorhanden. Während der Ansatz für kontinuierliche Wandreibungsverluste abschnittsweise vereinbart wird, können örtlich konzentrierte Verluste für jeden Ort neu definiert werden. Auf diese Weise können Bauwerke wie Brücken oder Durchlässe mit allen hydraulisch bestimmenden Parametern modelliert werden.

Örtlich konzentrierte Einzelverluste haben im Allgemeinen weniger Einfluss auf die Wasserspiegellage als der Wandreibungsverlust, weshalb der Rauheitsbeiwert für die kontinuierlichen Verluste sorgfältig bestimmt werden muss.

## 5.2 Modelldaten und -parameter

Der hydraulische Berechnungsabschnitt erstreckt sich über den gesamten Untersuchungsraum. Der Berechnungsabschnitt des Vorhabens beginnt etwa 90 m oberhalb des bestehenden Zulaufbauwerks zum südlichen Vorbecken und endet am Ablaufbauwerk des HRB. Der Berechnungsabschnitt wird so gewählt, dass die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen vollständig abgebildet werden. Die hydraulischen Verhältnisse an den ober- und unterwasserseitigen Rändern im Planungszustand entsprechen dem Ist-Zustand.

Zum Aufbau des hydraulischen Modells wurden Daten aus einer terrestrischen Vermessung und Laserscann-Daten verwendet. Aus diesen Daten wurde ein digitales Geländemodell erstellt. Mit Hilfe des Geländemodells wurde anschließend der hydraulische Profildatensatz erzeugt.

Die geometrischen Informationen für das hydraulische Modell wurden aus den vorliegenden Punktdaten extrahiert und zur weiteren Bearbeitung konvertiert.

Die hydrologischen Grundlegendaten (Bemessungsabflüsse) wurden im Kapitel 2.1.4 erläutert. Es werden für die Abflüsse  $Q_{30}$ ,  $Q_{330}$ ,  $MQ$ ,  $Q_1$  und  $HQ_1$  die hydraulischen Berechnungen für den Plan-Zustand durchgeführt. Dadurch können die Wasserspiegellagen des Plan-Zustandes ermittelt werden. Der Abfluss  $Q_1$  wurde als der Abfluss ermittelt, bis zu dem das Wasser ohne einen Abschlag in das HRB im neuen Gerinne abfließen kann.

Tabelle 10 bietet eine Übersicht der in der hydraulischen Modellierung verwendeten Abflusswerte.

Tabelle 10: Abflüsse des Broicher Baches im Untersuchungsraum

Bezeichnung	Abfluss [ $m^3/s$ ]
$Q_{30}$	0,24
$MQ$	0,30
$Q_{330}$	0,65
$Q_1$	1,93
$HQ_1$	2,25

Aufgrund der Tatsache, dass der Broicher Bacher im Ist-Zustand durch das nördliche Vorbecken und das Hauptbecken fließt, gibt es kein Wasserspiegellagenmodell für den Ist-Zustand. Die hydraulischen Berechnungsgrundlagen das HRB betreffend fließen als hydraulische Randbedingungen für die Neutrassierung ein. Die hydraulischen Berechnungen für den Ist-Zustand des Broicher Bachs oberhalb der Maßnahme wurden aus dem hydraulischen Modell übernommen, welches von dem Büro ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH im

Zuge der Erstellung der Hochwasseraktionspläne aufgebaut wurde. Die Ergebnisse wurden vom WVER zur Verfügung gestellt. Eine Auswertung bzw. Beschreibung des Ist-Zustandes ist daher nicht Bestandteil dieses Berichts.

Die Nutzung der Rauheitswerte im hydraulischen Modell erfolgt als Manning-n-Wert. Dies entspricht dem Kehrwert der Manning-Strickler-Werte  $k_{st}$ . Die Werte sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 11: Rauheitswerte natürliches Gerinne

Teilstromröhre	Manning-Wert n [s/m <sup>1/3</sup> ]	k <sub>ST</sub> -Wert [m <sup>1/3</sup> /s]
Rechtes Vorland:	0,040	25
Flussbett:	0,029	35
Linkes Vorland:	0,040	25

Beide geplanten Kastenprofile werden mit einer 20 cm mächtigen Sohl-schicht aus Steinmatratzen hergestellt und entsprechen damit einer natürlichen Gewässersohle. Die Wände werden neu hergestellt und entsprechen der Rauheit eines geglätteten Betons.

Tabelle 12: Rauheitswerte Kastenprofile

Teilstromröhre	Manning-Wert n [s/m <sup>1/3</sup> ]	k <sub>ST</sub> -Wert [m <sup>1/3</sup> /s]
Betonwand:	0,011	90
Flussbett/Bauwerkssohle:	0,029	35
Betonwand:	0,011	90

Die Durchlasskonstruktion am Auslauf des ehemaligen südlichen Vorbeckens sowie das Kastenprofil kurz vor dem bestehenden Auslaufbauwerk wurden in den hydraulischen Berechnungen mit den nachfolgend aufgeführten Geometrien angesetzt.

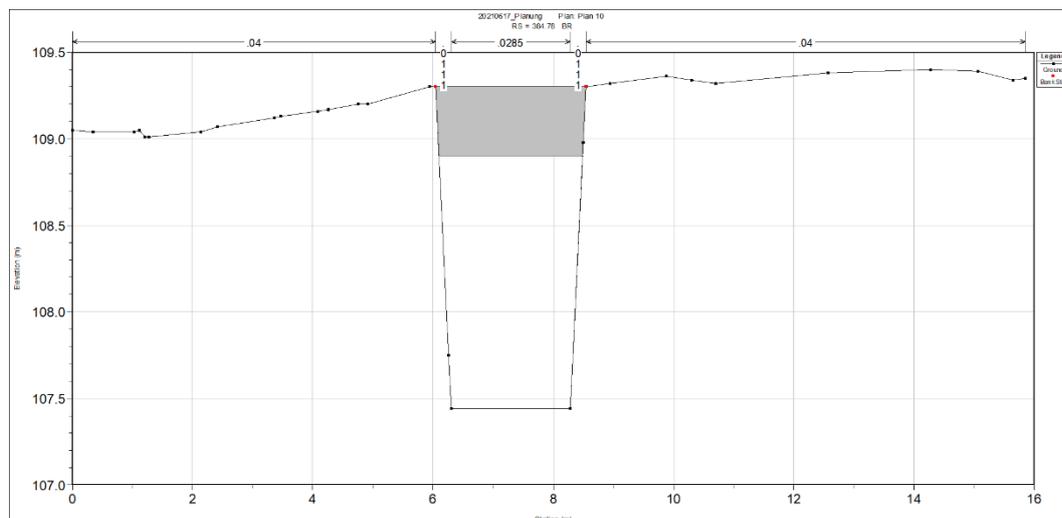


Abbildung 26: Durchlasskonstruktion aus HEC-RAS

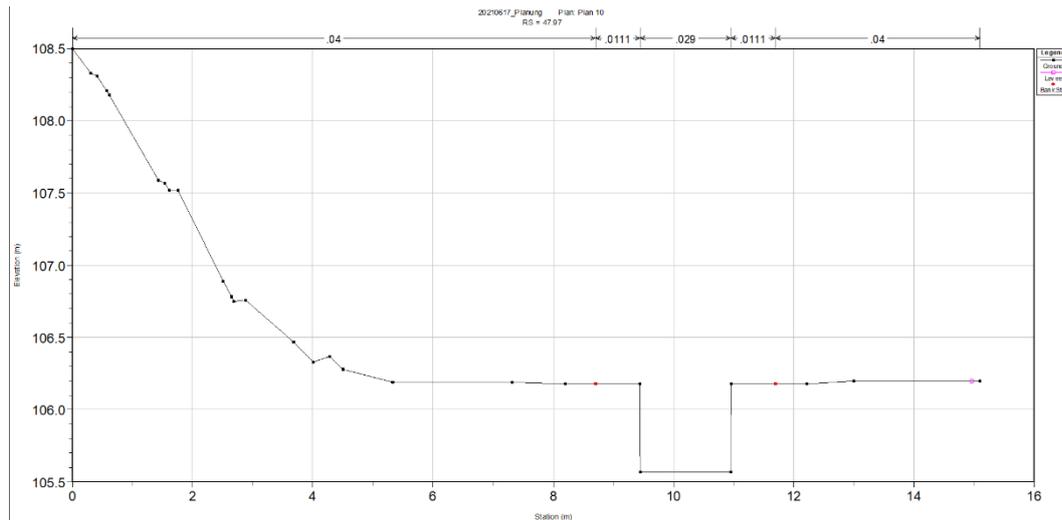


Abbildung 27: Kastenprofilkonstruktion aus HEC-RAS

## 5.3 Hydraulische Ergebnisse

Wie bereits beschrieben sind die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnung für den Ist-Zustand vom Wasserverband zur Verfügung gestellt worden und sind nicht Bestandteil dieses Berichts. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung des Planungszustandes sind in tabellarischer Form im Anlage 5 beigefügt. Der hydraulische Längsschnitt für den Planungszustand des Broicher Baches ist den Plänen GEW-LS-G-401 und GEW-LS-G-402 dargestellt.

### 5.3.1 Wasserspiegellagen: 1-D Modellierung Planzustand

Die Auswertung der hydraulischen Betrachtungen der 1-D Wasserspiegellagen dient der Überprüfung der Auswirkungen und der erforderlichen Maßnahmen.

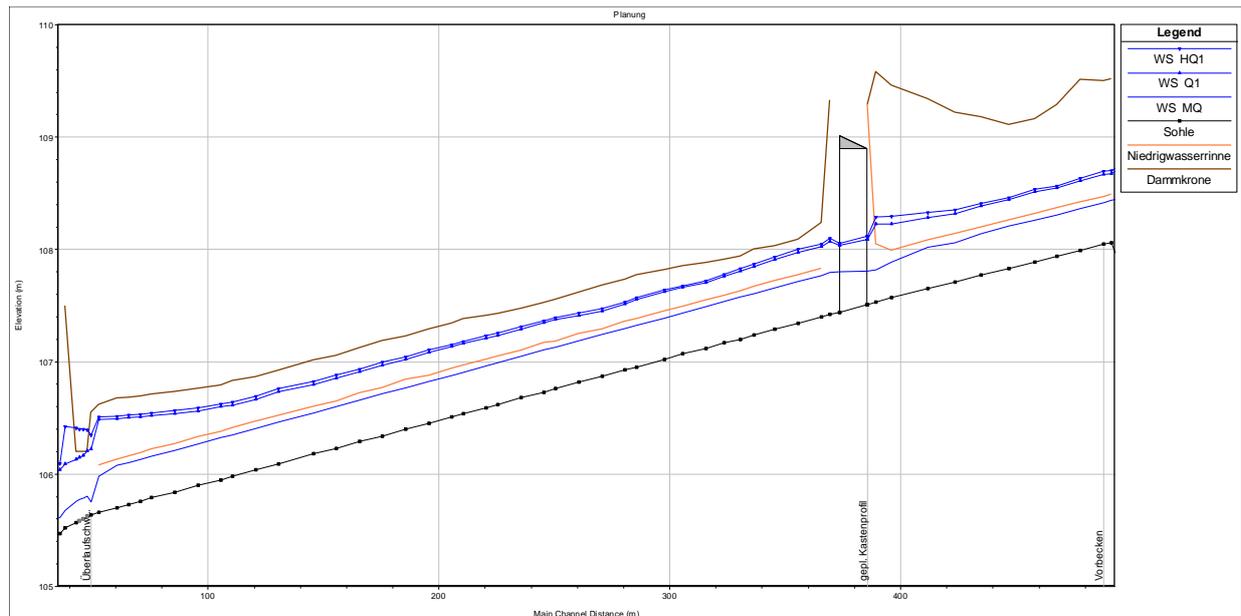


Abbildung 28: hydraulischer Längsschnitt aus HEC-RAS

### Abflussereignis $Q_{30}$

Der Wasserstand bei einem  $Q_{30}$  Abfluss verläuft nahezu identisch zu dem des MQ-Abflusses. Er liegt innerhalb des Umgestaltungsbereichs rd. 2 cm unterhalb des MQ-Wasserstandes.

### Abflussereignis MQ

Für das Abflussereignis MQ ist deutlich zu sehen, dass der Abfluss innerhalb der Niedrigwasserrinne (Abbildung 28, orange) bleibt. Im Bereich der Neutrassierung liegt der Wasserstand bei rund 0,40 m. Bis zur Querschnittseinengung am Kastenprofil vorm Auslaufbauwerk bleibt der Wasserstand stabil und fällt innerhalb des Kastenprofils auf rund 0,20 m. Dieser Abfall des Wasserstandes ist auf die vorherrschenden Beton-Rauheiten im Kastenprofil zurückzuführen.

### Abflussereignis Q1

Das Abflussereignis Q1 stellt, wie in Kapitel 5.2 beschrieben, einen Abfluss dar, bis zu dem das Wasser ohne Rückstau im Gerinne abfließen soll. Es ist zu erkennen, dass der Abfluss innerhalb des vorgesehenen Fließquerschnitts, also unterhalb der Dammkrone (Abbildung 28, braun), bleibt. Es kommt an keiner Stelle im betrachteten Bereich zu Überschwemmungen und Ausuferungen.

Im Bereich der Neutrassierung pendelt sich der Wasserstand auf rund 0,61 m ein. Bis zur Querschnittseinengung am Kastenprofil vor dem Auslaufbauwerk bleibt der Wasserstand auch bei diesem Abflussereignis stabil, um rund 30 cm oberhalb des Kastenprofils anzusteigen. Dieser Aufstau des Abflusses ist verursacht durch die Querschnittseinengung des Kastenprofils. Innerhalb des Bauwerks fällt der Wasserstand auf rund 0,6 m ab.

Ab einem Abflussvolumen von  $1,93 \text{ m}^3/\text{s}$  im Broicher Bach / Durchleitungsgerinne stellt sich auf Höhe der abgesenkten Dammkrone (= Höhe gepl. Dauerstau, 160,20 mNN) ein Wasserstand knapp unterhalb dieser ein. Steigt der Abfluss weiter, kommt es also zu einem Überströmen des abgesenkten Dammschnitts und das HRB wird von dem Durchleitungsgerinne aus eingestaut.

### **Abflussereignis HQ<sub>1</sub>**

Dies zeigt das Abflussereignis HQ<sub>1</sub>. Der Damm, der das Durchleitungsgerinne vom HRB trennt wird nicht überströmt. Lediglich im Bereich der abgesenkten Dammkrone vorm Auslaufbauwerk kommt es zum geplanten Einstau des HRB.

Zusammenfassend ist zu den Ergebnissen bezüglich der Wasserspiegel-lagenberechnung festzuhalten, dass die Hochwassersituation im Planungsraum nicht verschlechtert bzw. das Hochwasserschutzziel erreicht wird und die Randbedingungen eingehalten werden. Vielmehr findet eine Entschärfung der Situation durch den breiteren Fließquerschnitt und die Herstellung eines Sekundärauenbereichs statt.

## **5.3.2 Fließgeschwindigkeiten**

---

Ein weiterer, für die Planung relevanter Parameter ist die Fließgeschwindigkeit. Zur Bemessung der Durchgängigkeit anhand der geometrischen und hydraulischen Kenngrößen wurde der Bautyp „Raugerinne ohne Einbauten“ aus dem DWA Merkblatt 509 (DWA 2014) als Anhaltspunkt gewählt, da das „Raugerinne ohne Einbauten“ hinsichtlich der morphologischen und hydraulischen Gesichtspunkte einem natürlichem Flusslauf am nächsten kommt. Aufgrund der naturnahen Umgestaltung des Fließgewässers können die Grenzwerte für die Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe lediglich als Orientierungswert gesehen werden, da es sich bei der geplanten Maßnahme nicht direkt um ein Bauwerk im Sinne des DWA Merkblattes 509 (DWA 2014) handelt. Der erforderliche Orientierungswert für die Fließgeschwindigkeit ist  $1,10 \text{ m/s}$ , welcher bei einem  $Q_{330}$ -Abfluss nicht überschritten werden darf.

Die Fließgeschwindigkeiten für das Abflussereignis  $Q_{330}$  sind in Abbildung 29 dargestellt. Bereiche, in denen die Fließgeschwindigkeit  $1,10 \text{ m/s}$  überschreitet sind rot eingefärbt.

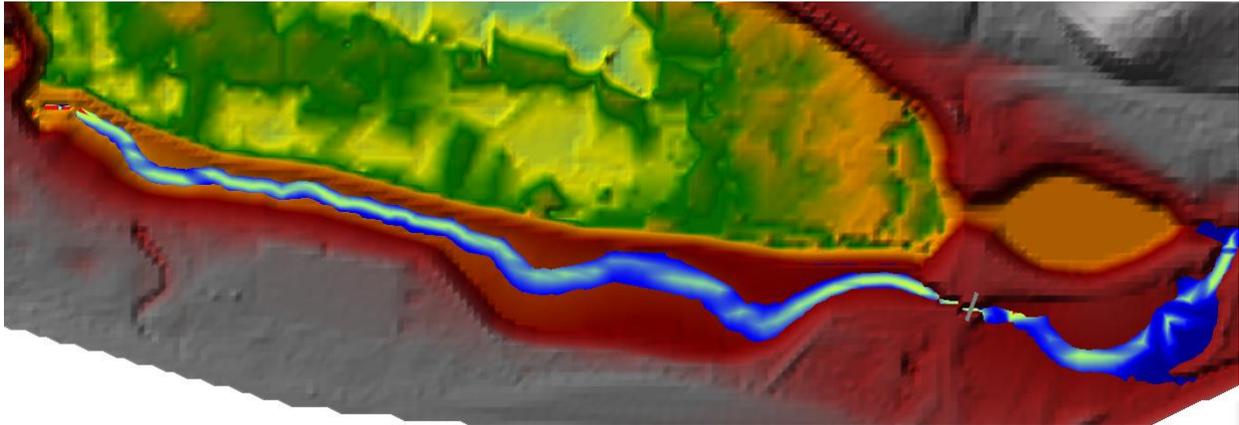


Abbildung 29: Fließgeschwindigkeiten bei einem  $Q_{330}$ -Abfluss im Planzustand

Im Bereich der Überlaufschwelle, am Ende der Neutrassierung liegt die Fließgeschwindigkeit deutlich über  $1,1 \text{ m/s}$  (rd.  $1,9 \text{ m/s}$ ). Hier endet die Fischdurchgängigkeit jedoch aufgrund des anschließenden Ablaufbauwerks, sodass diese Überschreitung die Durchgängigkeit nicht zusätzlich beeinträchtigt. Vor dem das ehemalige Vorbecken und das Durchleitungsgerinne verbindenden Kastendurchlass steigt die Fließgeschwindigkeit lokal aufgrund der Einengung auf rd.  $1,25 \text{ m/s}$  an. Diese Überschreitung ist jedoch lediglich auf ein Berechnungsprofil begrenzt, wobei die angrenzenden Querprofile lediglich Geschwindigkeiten von max.  $0,50 \text{ m/s}$  bzw.  $0,35 \text{ m/s}$  aufweisen. Die Durchgängigkeit ist weiterhin gegeben, da diese Grenzwertüberschreitung nur auf einer kurzen Strecke vorkommt.

### 5.3.3 Sohlenschubspannungen

Je nach Horizont, in dem das Gerinne liegt, beträgt die kritische Sohlenschubspannung für das vorhandene, festgelagerte Material rd.  $2 \text{ N/m}^2$  (lehmiger Sand) bis rd.  $15 \text{ N/m}^2$  (Mittelkies) (siehe auch Kapitel 4.1.5).

Bei der geplanten Umgestaltung wird dieser Grenzwert der Sohlenschubspannung überschritten. Die Sohlenschubspannungen im Neutrassierten Bereich sind in Abbildung 30 dargestellt.

Bei MQ- und  $Q_{330}$ -Abflüssen liegt die Schubspannung größtenteils unter  $10 \text{ N/m}^2$ . Es werden lokale Spitzen bis zu rd.  $24 \text{ N/m}^2$  vor dem Durchlassbauwerk und rd.  $50 \text{ N/m}^2$  im Bereich der Überlaufschwelle erreicht.

Bei Hochwasserabflüssen steigt die Schubspannung auf bis zu rd.  $15 \text{ N/m}^2$  an. Lokal werden Werte von rd.  $27 \text{ N/m}^2$  erreicht.

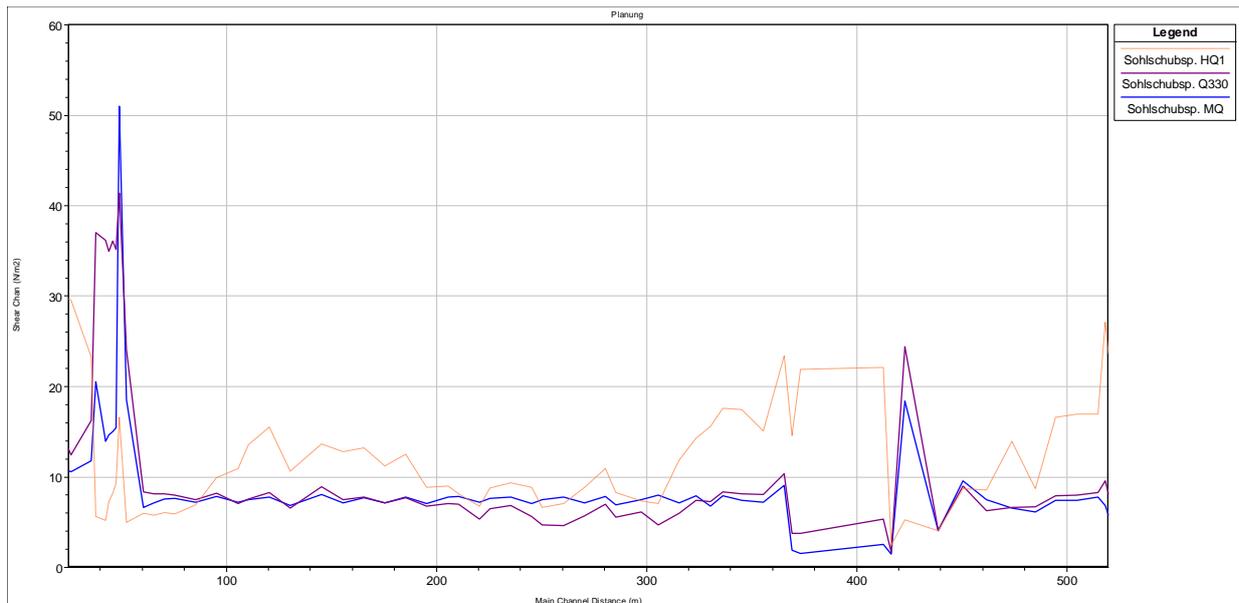


Abbildung 30: Längsschnitt der Schubspannung bei stationären Abflüssen

Die Ergebnisse bezüglich der kritischen Sohlschubspannung lassen einen Rückschluss auf die Notwendigkeit einer technischen Sicherung zu. Hierfür werden die errechneten Sohlschubspannungen mit Erfahrungswerten aus einschlägig bekannter Literatur verglichen.

Tabelle 13: Erfahrungswerte der krit. Sohlschubspannung (Bollrich, 2000)

Sohlmaterial	$\tau_{krit}$ [N/m <sup>2</sup> ]
Lehmiger Sand bis Mittelkies	2 bis 15
Grobkies	45
Rasen, gut verwurzelt – kurze Belastung	20 bis 30

Als Sohlsicherung der Niedrigwasserrinne wird dem Leitbild entsprechend Grobkies gewählt (Kapitel 4.1.5). Dieser weist eine kritische Schleppspannung  $\tau_{krit}$  von 45 N/m<sup>2</sup> auf (Tabelle 13). Damit ist eine Eintiefung der Sohle in die Deckschicht auszuschließen. Wie in Kapitel 4.1.5 beschrieben, wird der Entwicklungskorridor mit keiner weiteren Befestigung ausgeführt. Auf der vorhandenen Bodenstruktur wird eine Grassaatmischung ausgesät. Diese Grassaatmischung weist eine kritische Schleppspannung  $\tau_{krit}$  von 20 bis 30 N/m<sup>2</sup> auf (Tabelle 13).

Im Bereich der Überlaufschwelle wird das Gerinne mittels eines Kastenprofils gesichert. Das Gerinne ist hier also vor den lokal hohen Schubspannungen gesichert.

## **6 Grunderwerb**

---

Im Zuge der vorangegangenen Verhandlungen konnte der WVER die Flächen südlich des HRB in einem Bereich östlich des Sportplatzes für die Umsetzung der Maßnahme Mittels einer Grunddienstbarkeit sichern.

## 7 Projektabwicklung und Baukosten

---

Im Rahmen der Optimierung des Hochwasserschutzes und Verbesserung der ökologischen Verhältnisse am Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath kommt es zu Abbruch-, Erdarbeiten und Bodenumlagerungen in und am HRB und Broicher Bach.

### 7.1 Zeitplan

---

Für die Maßnahme wird eine Netto-Bauzeit von ca. 18 Monaten geschätzt.

Vorbereitende Maßnahmen und BE	13 Wochen
Abbruch und Rückbau	8 Wochen
Erdarbeiten Gewässer	16 Wochen
○ davon Abgrabung Sekundäraue	9 Wochen
Bauwerke (Durchlassbauwerk, Auslaufbauwerk, überströmbarer Damm)	16 Wochen
Wegebau	2 Wochen
Kanalbau	6 Wochen
Herstellung Überfahrt	6 Wochen
Biberschutz	6 Wochen
Landschaftsarbeiten	3 Wochen
Baustelle räumen	<u>2 Wochen</u>
	<b>78 Wochen = ca. 18 Monate</b>

Zur Berücksichtigung der im Fachgutachten Artenschutz erläuterten Bauzeitbeschränkungen werden die Arbeiten zum Teil parallel zueinander ausgeführt.

Darüber hinaus können Maßnahmen - insbesondere die Rodungs- und Fällarbeiten - vorgezogen werden, sodass sie z. B. in der Fällperiode des Frühjahrs vor der Hauptmaßnahme erfolgen.

Ein möglicher Bauablauf in welchem die Bauzeitbeschränkungen und voneinander abhängige Arbeitsschritte berücksichtigt sind, wird in der Folge dargestellt. In diesem werden konzeptionell Baufenster der jeweiligen Arbeiten dargestellt und zu den jeweiligen Baubereichen hinsichtlich der geltenden Bauzeitbeschränkungen zugeordnet. Der exakte Bauabwicklung bleibt, unter Berücksichtigung der Beschränkungen, der ausführenden Baufirma vorbehalten.

Es zeigt sich, dass neben den vorgezogenen Maßnahmen die Herstellung der Überfahrt des nördlichen Vorbeckens voraussichtlich in einem nachlaufenden, separaten Baufenster erfolgen muss. Die Herstellung des Biberschutzes und der Kanalverlegung Ost können jeweils parallel und separat zu den Arbeiten der Neutrassierung ausgeführt werden.



## 7.2 Bauausführung

### 7.2.1 Bauerschließung und BE-Flächen

Die Zuwegungen, deren Hauptnutzungen, sowie vorgesehene BE-Flächen sind im Plan GEW-ÜLP-G-103 dargestellt. Abbildung 31 zeigt eine Übersicht dessen.

Die Bauerschließung erfolgt größtenteils über die Bardenberger Straße und den Schulparkplatz südlich der Maßnahme. Über diese Zuwegung werden die Bereiche der Neutrassierung und der Vorbecken erreicht. In diesen Bauabschnitten fällt neben der Lieferung von Baumaterialien auch der Abtransport von Abbruch- und Bodenmaterial an (s. Tabelle 8). Die Anbindung der Ruifer Straße wird lediglich als Ergänzung vorgesehen, während die Anbindung Bergerstraße für die Herstellung des Biberschutzes im westlichen Damm genutzt wird. Die Zuwegung über den Schlacker Weg erfolgt hauptsächlich für die Kanalbaumaßnahme und als Ergänzung für den Neubau der Überfahrt des nördlichen Vorbeckens.

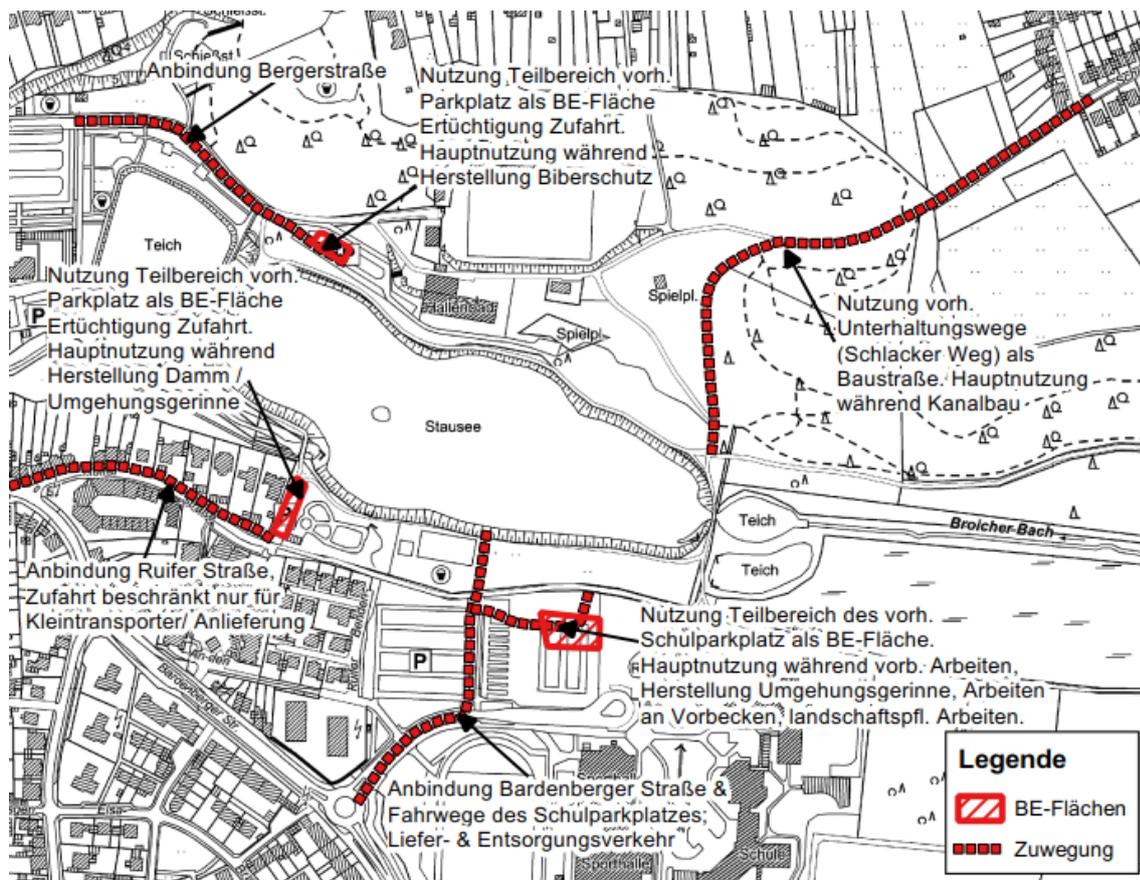


Abbildung 31: Baustellenerschließung und BE-Flächen (Ausschnitt GEW-ÜLP-G-103)

Auf dem Schulparkplatz wird zudem eine BE-Fläche ausgewiesen. Diese dient der generellen Einrichtung der Baustelle mit Aufenthaltsräumen, Sa-

nitäranlagen, Parkflächen, Baustellencontainern, Abstellflächen für Baustellenfahrzeuge und Lagerflächen. Transporte zur BE-Fläche im Zuge der Nutzung als Lagerfläche werden außerhalb der Stoßzeiten der Schule (Pausen, Schulstart, Schulende) angestrebt.

Südöstlich des Hanggrabens steht ein Parkplatz als Baustelleneinrichtung zur Verfügung („Anbindung Ruifer Straße“). Hier kann ein Teilbereich des Parkplatzes als ergänzende BE-Fläche zu der auf dem Schulparkplatz genutzt werden, beispielsweise zur Einrichtung einer Sanitäranlage oder einer kleinen Zwischenlagerfläche. Auf dem Parkplatz des Hallenbads Bergerstraße wird ebenfalls eine Teilfläche für die Teilmaßnahme des Biberschutzes im westlichen Damm benötigt.

An den Hauptzugangspunkten und den BE-Flächen wird die Baustelle mit Bauzäunen gesichert, sodass ein versehentliches Betreten der Baustellenflächen ausgeschlossen wird. Wege im Maßnahmenraum werden während der entsprechenden Bauphasen für Passanten, zum Schutze dieser, gesperrt. Dies betrifft den Weg entlang des westlichen Damms während der Herstellung des Biberschutzes. Der Weg zwischen Hauptbecken und den Vorbecken wird den größten Teil der Baumaßnahme durch Baustellenverkehr und Umbauarbeiten beansprucht werden. Ebenfalls wird der Weg entlang des südlichen Ufers des HRBs unter anderem für die Herstellung des neuen Damms und der Umtrassierung beansprucht.

Im Bereich der Anbindung der Baustelle über den Fahrweg des Schulparkplatzes werden die Fahrwege der Baustellenfahrzeuge eindeutig anhand von z. B. Baken und Hinweisschildern gekennzeichnet.

## **7.2.2 Bauablauf**

---

### **Vorbereitende Maßnahmen**

Zu Beginn müssen verschiedene vorbereitende Maßnahmen durchgeführt werden. Zu diesen gehören die folgenden Arbeiten:

- Fäll- und Rodungsarbeiten
- Einrichtung Verkehrssicherung
- Sicherung des vorhandenen Bewuchses
- Gebäude-/Bauwerkssicherungen
- Kampfmittel
- Herrichten der Baustelleneinrichtung
- Anlegen von Baustraßen und temporären Überfahrten
- Absenkung des Beckens, Umleitung des Zuflusses durch das nördliche Vorbecken

Insgesamt kommen bei den bauvorbereitenden Maßnahmen einzelne typische Baugeräte, wie Bagger, Radlader und verschiedene grundbautechnische Sondierungsgeräte zum Einsatz. Im Zuge der Fäll- und Roudungsarbeiten werden zudem voraussichtlich Kettensägen zum Einsatz kommen.

Zum Aufbau der Baustelleneinrichtung auf der BE-Fläche des Schulparkplatzes wird über einen Zeitraum weniger Tage zudem der Einsatz eines Mobilkrans zum Abladen der Baucontainer notwendig.

Nach Durchführung dieser Maßnahmen erfolgt die Umsetzung der Hauptmaßnahmen. Die Reihenfolge dieser kann nach Bedarf angepasst, oder es können auch verschiedene Bereiche parallel zueinander hergestellt werden.

Da der Zufluss des Broicher Baches während der Bauzeit über das nördliche Vorbecken und das Hauptbecken abgeleitet wird, muss die Umtrassierung nicht zwangsläufig vom Unter- zum Oberwasser hin erfolgen, sondern sie kann (und muss – aufgrund der Umlagerungen der Böden) an mehreren Stellen parallel hergestellt werden.

### **Herstellung Damm**

Das vorhandene Feinsandmaterial ist in den Wasserbereichen des vorhandenen HRB schwer zu verarbeiten. Die Schlammschicht wird im Bereich der Aufstellfläche des Dammes vom Ufer des HRB aus bzw. „Vor-Kopf“ entsprechend entnommen. Anschließend bzw. mit Entnahme der Schlammschicht fortschreitend wird eine Steinschüttung zur Unterstützung bei der Herstellung des standfesten Bodenauftrags aufgebracht. Diese dient zugleich als Fahrspur bei der Setzung der Spundbohlen. Das Einbringen der Spundbohlen muss beim Aufbau der Steinschüttung berücksichtigt werden.

Das zu entsorgende schlammige Feinsandmaterial kann kurzzeitig in den Flächen zwischen Aufstandsfläche und vorhandener Böschung zwischengelagert werden, sodass es dort bis zum Erreichen einer transportfähigen Konsistenz entwässern kann.

Die Entnahme und Entsorgung der Schlammschicht im Hauptbecken kann begleitend zu weiteren Arbeiten, wie dem Rückbau der vorhandenen Bauwerke erfolgen.

Die weitere Herstellung des Dammkörpers erfolgt parallel zur Herstellung des Umgehungsgerinnes. Der dort entnommene Boden wird u. a. zur Herstellung des Dammes verwendet.

Zur Herstellung des Dammes kommen voraussichtlich typische Baugeräte, wie Bagger, Radlader, Sattelzüge bzw. Pritschenwagen und Dumper zum Einsatz. Zum Einbringen der Spundwände werden zudem Ramm-

aufsätze eingesetzt. Hier ist mit Fahrzeugbewegungen durch Anlieferungen der Steinschüttungen und Spundwände sowie zur Abfuhr der abgezogenen Schlammschicht zu rechnen (Mengen s. Tabelle 8).

### **Herstellung Umgehungsgerinne**

Nach dem Einbringen der Spundwand entlang der Achse des neuen Dammes ergibt sich entlang des südlichen Ufers des Hauptbeckens eine trockene Baugrube. In dieser kann nun das Umgehungsgerinne modelliert werden.

Dazu wird ein möglichst großer Teil des entnommenen Bodens im Bereich des Maßnahmenraumes umgelagert (s. Kapitel 4.1.1).

Aufgrund des anstehenden Grund- und Schichtenwassers und ihrer Kornverteilung neigen die Bodenschichten im nicht entwässerten Zustand zum „Fließen“ und lassen sich nur durch ein Vakuum entwässern. Dazu werden Vakuumpflanzen im Bereich der abzutragenden Flächen (insb. „Abtragsbereich“ der Abbildung 21 – Sekundäraue südlich des Umgehungsgerinnes) eingesetzt. Diese müssen mit einer Vorlaufzeit von rd. 3 – 4 Wochen zu den Erdarbeiten laufen. Insgesamt ist somit von einer dauerhaften Laufzeit der Vakuumentwässerung im Bereich der Neutrassierung von rd. 12 – 13 Wochen auszugehen.

Aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit und der weiteren Nutzung des vorhandenen, umliegenden Naherholungsgebietes kann der im Zuge der Neutrassierung anfallende Bodenaushub nicht vollständig zwischengelagert werden.

Daher erfolgt die Verfüllung des südlichen Vorbeckens, die Aufschüttung des neuen Dammes, sowie die Auffüllung ehemals im HRB liegender und aufzufüllender Bereiche parallel zum Bodenaushub für die Neutrassierung.

Die Anpassung der Einleitungsstellen muss während des Betriebs erfolgen. Die vier südlichen Einleitungsstellen werden an die Neutrassierung angeschlossen

Zur Herstellung des Umgehungsgerinnes kommen voraussichtlich typische Baugeräte, wie Bagger, Radlader, Sattelzüge bzw. Pritschenwagen und Dumper zum Einsatz. Im Bereich des Bodenauftrags werden zudem Walzen eingesetzt. Zudem müssen Teile des zu entnehmenden und wiedereinzubauenden Bodens mittels Vakuumpflanzen entwässert werden (s. oben). Dazu muss voraussichtlich ein Stromgenerator während des Einsatzes der Wasserhaltung durchgehend betrieben werden.

### **Herstellung Bauwerke im Umgehungsgerinne**

Im Verlauf des neuen Umgehungsgerinnes werden die neuen Bauwerke des Kastendurchlasses (entspr. GEW-BW-G-602, Durchlassbauwerk 2)

und des Auslaufbauwerks (entspr. GEW-BW-G-601) hergestellt. Der Zeitpunkt zur Herstellung dieser Bauwerke kann weitestgehend frei gewählt werden.

Die Herstellung des Auslaufbauwerks kann voraussichtlich ohne dauerhafte Grundwasserhaltung erfolgen. Hier muss nach Bedarf während der Bauzeiten eine Pumpe zum Abführen des Tageswassers eingesetzt werden. Zur Herstellung einer fachgerechten Gründung des Kastendurchlasses muss voraussichtlich eine Grundwasserhaltung eingerichtet und betrieben werden. Hier ist zunächst vom durchgehenden Einsatz von Vakuumlanszen über rd. 3 – 4 Wochen auszugehen. Diese werden voraussichtlich mittels eines Stromgenerators betrieben.

Darüber hinaus werden typische Baugeräte verwendet. Je nach Bedarf werden die Betonfertigteile mittels eines Mobilkrans gesetzt. Zur Verdichtung der Gründungsschichten müssen Walzen oder Rüttelplatten eingesetzt werden.

### **Herstellung Überfahrt am nördlichen Vorbecken**

Die Herstellung der Überfahrt am nördlichen Vorbecken kann unabhängig von den sonstigen Arbeiten erfolgen, solange sichergestellt ist, dass der Abfluss des Broicher Baches über das (ehemalige) südliche Vorbecken abgeführt werden kann. Dementsprechend sollte dies entweder nach Fertigstellung der Neutrassierung, oder vor dem Rückbau des Durchlasses aus dem südlichen Vorbecken in das Hauptbecken erfolgen.

Entsprechend wird die Herstellung im Anschluss der Umtrassierung empfohlen.

Hier ist keine maschinenbetriebene Grundwasserhaltung vorgesehen, da eine trockene Baugrube mit Sohlabdichtung hergestellt wird. In dieser muss während der laufenden Arbeiten das Tageswasser abgepumpt werden.

Neben typischen Baugeräten ist hier der Einsatz eines Rammaufsatzes zur Herstellung der Baugrube zu erwarten. Ebenfalls können die Fertigteile mittels eines Mobilkrans gesetzt werden.

### **Kanalbau**

Die nördliche Einleitung soll aus dem Vorbecken an den Broicher Bach oberhalb des vorhandenen Wehres verlegt werden. Diese Arbeiten können zeitlich unabhängig, bzw. im Anschluss an die Renaturierung durchgeführt werden.

Der Kanalbau erfolgt mit typischen Baugeräten wie Bagger, Radlader, Walze / Rüttelplatte. Die Materialien zur Herstellung des Kanalbauwerks müssen entsprechend angeliefert werden. Innerhalb des Kanalgrabens wird eine Wasserhaltung betrieben. Hierfür werden mobile Pumpen mit den erforderlichen Nebenaggregaten betrieben.

**Herstellung Biberschutz**

Der Biberschutz im westlichen Damm des Hauptbeckens des HRB kann grundsätzlich unabhängig von den weiteren Arbeiten hergestellt werden. Da das Hauptbecken zur Herstellung des Biberschutzes ebenfalls abgelassen werden muss, bietet es sich an, die Arbeiten auszuführen, solange das Becken im Zuge der anderen Arbeiten ohnehin abgelassen ist.

Es werden übliche Baugeräte wie (Langarm-)Bagger, Radlader und Transporter eingesetzt. Mit LKW-Transporten ist nur in sehr beschränkten Umfang im Bereich der Zuwegung zur BE-Fläche zu rechnen, da kein Abtransport von Materialien vorgesehen ist. Die Herstellung des Biberschutzes kann mittels Langarmbagger von der Dammkrone aus erfolgen.

**Wegebau**

Der Rückbau des vorhandenen Schotterwegs kann vor oder während der Erdarbeiten erfolgen. Es ist möglich den Weg als Trasse für die Bodentransporte zu nutzen bevor der Endausbau der Wege erfolgt.

Der finale Zustand der neuen bzw. aufbereiteten Wegeflächen wird nach Abschluss der Hauptarbeiten hergestellt. Zu diesem Zeitpunkt müssen die Wege nicht mehr für Bauarbeiten genutzt werden, mit Ausnahme der landschaftspflegerischen Arbeiten.

Es werden Bagger, Radlader und Walzen eingesetzt.

**Landschaftsarbeiten**

Die Landschaftsarbeiten können für fertiggestellte Teilbereiche unabhängig voneinander erfolgen. Es wird jedoch angesetzt, dass zum Abschluss der Baumaßnahme die Landschaftsarbeiten für das gesamte Maßnahmengbiet ausgeführt werden. Der exakte Zeitraum dazu ist maßgeblich von den vorherrschenden Witterungsbedingungen abhängig. Zur Ausführung werden in der Regel nur kleine Baugeräte (Radlader, Minibagger, Pritschenwagen, etc.) eingesetzt.

## 8 Zusammenfassung

---

Die vorliegende wasserwirtschaftliche Planung beinhaltet die Anpassung des HRB Herzogenrath zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und des ökologischen Zustands.

Der vorliegende Entwurf entspricht einer Gewässerausbauplanung gemäß § 68 WHG. Nach §§ 4-6 Landschaftsgesetz NW handelt es sich bei der Umgestaltung des HRB um einen Eingriff in Natur und Landschaft. Darum werden gesondert ein Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP), eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) sowie ein artenschutzrechtlicher Fachbeitrag erstellt. Für diesen Entwurf wurde insbesondere die „Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Ausbau und Unterhaltung“ (MUNLV NRW, 2010) des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen zugrunde gelegt. Zur weiteren Konkretisierung der Planung wurden die DIN 19700, DIN 19661-2, das DWA Merkblatt M 509 und das Handbuch Querbauwerke (MUNLV NRW, 2005) genutzt.

Die wasserwirtschaftliche Planung umfasst folgende Maßnahmen:

- Anordnung des HRB im Nebenschluss des Broicher Bachs, sodass Nährstoffe und Sedimente aus der Fließenden Welle an dem Becken vorbeigeführt werden
- Absenkung des Stauziels um 0,5 m auf 106,20 m NN, sodass rund 20.000 m<sup>3</sup> zusätzliches Stauvolumen zum Hochwasserrückhalt geschaffen werden.
- Neutrassierung des Broicher Bachs südlich entlang des HRB auf einer Länge von rund 456 m mit einer leitbildtypischen Querschnittsgestaltung und Laufkrümmung sowie der Schaffung eines Sekundärauenbereichs. Das Sohlängsgefälle beträgt im Mittel rund 5,5 ‰.
- Umgestaltung des südlichen Vorbeckens durch Aufschüttung des Beckens und Herstellung eines natürlichen Gerinnes, inkl. eines durchgängigen Kastenprofils zum Anschluss an das Durchleitungsgerinne südlich des HRB.
- Rückbau der sanierungsbedürftigen Brücke zwischen HRB und nördlichem Vorbecken und Ersatz durch ein Kastenprofil.
- Erstellung einer Verwallung zwischen dem HRB im Dauerstau und dem neutrassierten Broicher Bach südlich des HRB. Einbau einer Spundwand zur Verhinderung von Durchsickerungen und Anschluss an das Bestandsgelände im Ober- und Unterlauf. Im Bereich des Auslaufs des Durchgangsgerinnes wird der Damm auf einer Länge von 9,80 m auf eine Höhe von 106,20 m NN abgesenkt, sodass das dem Dauerstau des HRB zuströmende Grundwasser in den Broicher Bach fließen kann. Die bestehende Hanggrabenschwelle wird zurückgebaut.

- Umgestaltung des Zulaufs des Auslaufbauwerks durch den Austausch des vorhandenen Rechens mit einem räumlichen Rechen. Zudem wird ein durchgängiges Kastenprofil im Bereich des Überfalls aus dem HRB zum Schutz der Sohle eingebaut.
- Anschluss der vorhandenen, südlichen, Einleitungen an das Gewässer und Umlegung der Mischwasserentlastung aus dem nördlichen Vorbecken an den Broicher Bach oberhalb des vorhandenen Wehres. Diese Einleitungen werden mit Wasserbausteinen gesichert.
- Wiederherstellung des Schotterwegs nördlich des nördlichen Vorbeckens und des Schotterwegs zwischen dem ehemaligen südlichen Vorbecken und dem HRB. Zusätzliche Herstellung von zwei neuen Wegen entlang des Bereichs der Sekundäraue.

Für die Maßnahme wird eine Netto-Bauzeit von ca. 18 Monaten geschätzt. Die Kosten betragen geschätzt zum Stand Juli 2021 2.020.139,24 € (Netto).

Aachen, 15.03.2024

(Dr.-Ing. Matthias Kufeld)

## 9 Verzeichnisse

---

### 9.1 Literaturverzeichnis

---

**ahu GmbH. 2019.** Abschätzung des Grundwasserzuflusses in das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath / Broicher Bach. 2019.

**Bollrich. 2000.** Technische Hydromechanik 1. 2000.

**DWA. 2014.** Merkblatt 509 - Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. [Hrsg.] *Abwasser und Abfall e. V. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft. Hennef : s.n., 2014.*

**ELWAS-WEB.** [Online] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW. [Zitat vom: 21. 07 2016.] <http://www.elwasweb.nrw.de>.

**Ingenieurbüro Gell & Partner GbR. 2012.** HRB Herzogenrath – Vertiefte Überprüfung des Ringdammes gemäß § 106.2 LWG - Teil 3: Standsicherheitsuntersuchungen Böschung zum Broicher Bach 2. Ergänzung. 2012.

—. 2012. Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath – Grundwasserverhältnisse. 2012.

—. 2012. Umgestaltung des HRB Herzogenrath – Vordimensionierung der Dichtwand. 2012.

**Ingenieurbüro H. Nacken GmbH. 1991.** Beckenbuch zum Hochwasserrückhaltebecken Herzogenrath. s.l. : Wasserverband Obere Wurm, 1991.

—. 1988. Umbau des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath. 1988.

**Ingenieurgesellschaft Dr. Ing. Nacken mbH. 2005.** Machbarkeitsstudie zu Lösungskonzepten für das Sedimentationsproblem am HRB Herzogenrath. 2005.

—. 2012. Vorstudie für ein Hochwasserrückhaltebecken in Herzogenrath. 2012.

**Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG. 2019.** Geotechnischer Bericht – die ergänzenden geotechnischen und chemisch-analytischen Untersuchungen zu den bisher vorliegenden Voruntersuchungen im Bereich des künftigen Verlaufes des Broicher Baches am Hochwasserrückhaltebecken in Herzogenrath. 2019.

—. 2017. Geotechnischer Bericht – über die Ergebnisse der Voruntersuchungen im Bereich des möglichen künftigen Bachverlaufes. 2017.

**Ianaplan, Planungsbüro Koenzen. 2015.** Erstellung eines Sanierungskonzeptes für das HRB Herzogenrath. 2015.

**MUNLV NRW. 2007.** Erarbeitung von Instrumenten zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna. 2007.

— **2005.** Handbuch Querbauwerke. [Hrsg.] Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen Ministerium für Umwelt und Naturschutz. 2005.

— **2003.** Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Düsseldorf : s.n., 2003.

— **2010.** Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Ausbau und Unterhaltung. Düsseldorf : s.n., 2010.

**Pottgiesser, Tanja. 2018.** Die deutsche Fließgewässertypologie - Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 2018.

**Umweltbundesamt. 2014.** Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. 2014.

**Wasserverband Eifel-Rur. 2012.** Hochwasserschutz am Broicher Bach. 2012.

## 9.2 Kartenverzeichnis

---

Rasterdaten der Deutschen Grundkarte 1:5.000 (DGK5) (© Geobasis NRW 2016)

Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) der Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW (© Geobasis NRW 2016)

## 9.3 Anhangs- und Anlagenverzeichnis

---

**Anlage 1:** Umgestaltung des HRB Herzogenrath – Vordimensionierung der Dichtwand

**Anlage 2:** Geotechnischer Bericht – Verlegung des Broicher Baches im Rahmen der Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, 2017

**Anlage 3:** Geotechnischer Bericht – Verlegung des Broicher Baches im Rahmen der Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath, 2019

**Anlage 4:** Abschätzung des direkten Grundwasserzustroms zum HRB Herzogenrath mit Wasserstands- und Abflussmessungen

**Anlage 5:** Hydraulische Ergebnisse aus HecRas für den für den Plan-Zustand

**Anlage 6:** Bestandsplan Einlaufbauwerk Klappenwehr – nördliches Vorbecken