

## GUTACHTEN

**Titel:** **Abschätzung des Grundwasser-  
zuflusses in das Hochwasser-  
rückhaltebecken (HRB)  
Herzogenrath / Broicher Bach**

**Datum:** 26.06.2019

---

**Auftraggeber:** Wasserverband Eifel Rur (WVER)

**Auftrag vom:** 07.11.2017

**Ansprechpartner:** Herr Erfried Lorenz

---

**Auftragnehmer:** ahu GmbH Wasser · Boden · Geomatik, Aachen

**Projektbearbeitung:** Frau Nadine Coenen (Projektleitung)  
Herr Ulrich Lieser (Qualitätssicherung)

**Aktenzeichen:** 17277 / HZGHRB

**Ausfertigung Nr.:** PDF

---

An der Durchführung des Projekts waren weiterhin beteiligt:

Robert Jost, Kristina Joswig (Abflussmessungen)

Adelheid Wagenknecht (GIS-Bearbeitung)

Manuele Hopp (Grafik)

Lisa Lechtenböcker (Textredaktion)

## **INHALT**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG                              | 1  |
| 2   | VORLIEGENDE UNTERLAGEN UND DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN        | 2  |
| 2.1 | Vorliegende Unterlagen                                   | 2  |
| 2.2 | Durchgeführte Arbeiten                                   | 2  |
| 2.3 | Untersuchungsgebiet                                      | 3  |
| 3   | GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION               | 4  |
| 3.1 | Geologischer Aufbau                                      | 4  |
| 3.2 | Grundwasserströmungsverhältnisse                         | 5  |
| 4   | AUSWERTUNG DER UNTERSUCHUNGEN IM JAHR 2018               | 7  |
| 4.1 | Niederschlag   | 7  |
| 4.2 | Verdunstung Wasseroberfläche                             | 8  |
| 4.3 | Zeitliche Entwicklung Grund- und Beckenwasserstand       | 10 |
| 4.4 | Pegeldaten LANUV und WVER                                | 11 |
| 4.5 | Abflussmessungen   | 11 |
| 5   | BEURTEILUNG GRUNDWASSERZUFLUSS ZUM HRB HERZOGEN-<br>RATH | 13 |
| 5.1 | Berechnung anhand Pegeldaten und Abflussmessungen        | 13 |
| 5.2 | Berechnung anhand Leakagemenge                           | 16 |
| 5.3 | Berechnung Grundwasserzustrom über Einzugsgebiete        | 17 |
| 6   | ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN                         | 19 |
| 6.1 | Zusammenfassung  | 19 |
| 6.2 | Empfehlungen   | 20 |

## **ABBILDUNGEN:**

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Abb. 1: | Lage des HRB Herzogenrath im Gewässersystem                             | 1 |
| Abb. 2: | Profil im Bereich der Überlaufschwelle HRB Herzogenrath<br>(Kramm 2017) | 4 |
| Abb. 3: | Jahresniederschlag Stationen KA Broichtal, Euchen und Wurm              | 7 |
| Abb. 4: | Niederschlagsentwicklung im Betrachtungszeitraum                        | 8 |
| Abb. 5: | Verdunstung von Seeflächen (Quelle DWD 2015)                            | 9 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Abb. 6:  | Langjährige Ganglinie Grundwasserstand GWM Alsdorf-Zopp (010202808)   | 10 |
| Abb. 7:  | Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2018   | 11 |
| Abb. 8:  | Abfluss und Differenz oberhalb und unterhalb des HRB Herzogenrath im Zeitraum 2010 bis 2011                   | 13 |
| Abb. 9:  | Abfluss und Differenz oberhalb und unterhalb des HRB Herzogenrath im Zeitraum 2016 bis 2018 und Messungen ahu | 14 |
| Abb. 10: | Schema Wasserstände   | 16 |
| Abb. 11: | Schema Grundwasserzustrom Ist-Situation   | 18 |

#### **TABELLEN:**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Tab. 1: | Ergebnisse Abflussmessungen HRB Herzogenrath  | 12 |
| Tab. 2: | Zustromabschnitte zwischen den Pegeln In Ruif und Herzogenrath 2                              | 15 |
| Tab. 3: | Ergebnisse der Zustromberechnung anhand von Leakage-menge                                     | 17 |
| Tab. 4: | Ergebnisse der Zustromberechnung anhand der Grundwasser-neubildung in den Teileinzugsgebieten | 17 |
| Tab. 5: | Ergebnisse Grundwasserzustrom HRB Herzogenrath  | 19 |

#### **ANLAGEN:**

|         |  |
|---------|--|
| Anl. 1: | Lageplan HRB Herzogenrath mit Grundwasser- / Sickerwassermessstellen und Abflusspegeln |
| Anl. 2: | Grundwassergleichenplan Oktober 2011 (Quelle: Erftverband)                             |

#### **DOKUMENTATION:**

|         |   |
|---------|---|
| Dok. 1: | Hydrologische Karte (2 Seiten)  |
| Dok. 2: | Stammdaten der Messstellen (1 Seite)                                    |
| Dok. 3: | Abflussmessungen 2018 (1 Seite)   |
| Dok. 4: | Wasserstandsganglinien an den vier Querschnitten im Ringdamm (2 Seiten) |
| Dok. 5: | Ganglinien der Grund- und Sickerwassermessstellen (1 Seite)             |

## 1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die ahu GmbH wurde mit Datum vom 07.11.2017 vom WVER beauftragt, den Grundwasserzufluss in das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath / Broicher Bach abzuschätzen. Anlass ist die Umgestaltung des HRB Herzogenrath mit dem Ziel, den Hochwasserschutz für Herzogenrath und den Wurmunterlauf für ein HQ100 sicherzustellen.

Das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Herzogenrath befindet sich am Broicher Bach in Herzogenrath. Abbildung 1 zeigt das HRB Herzogenrath und die Lage im Gewässersystem.

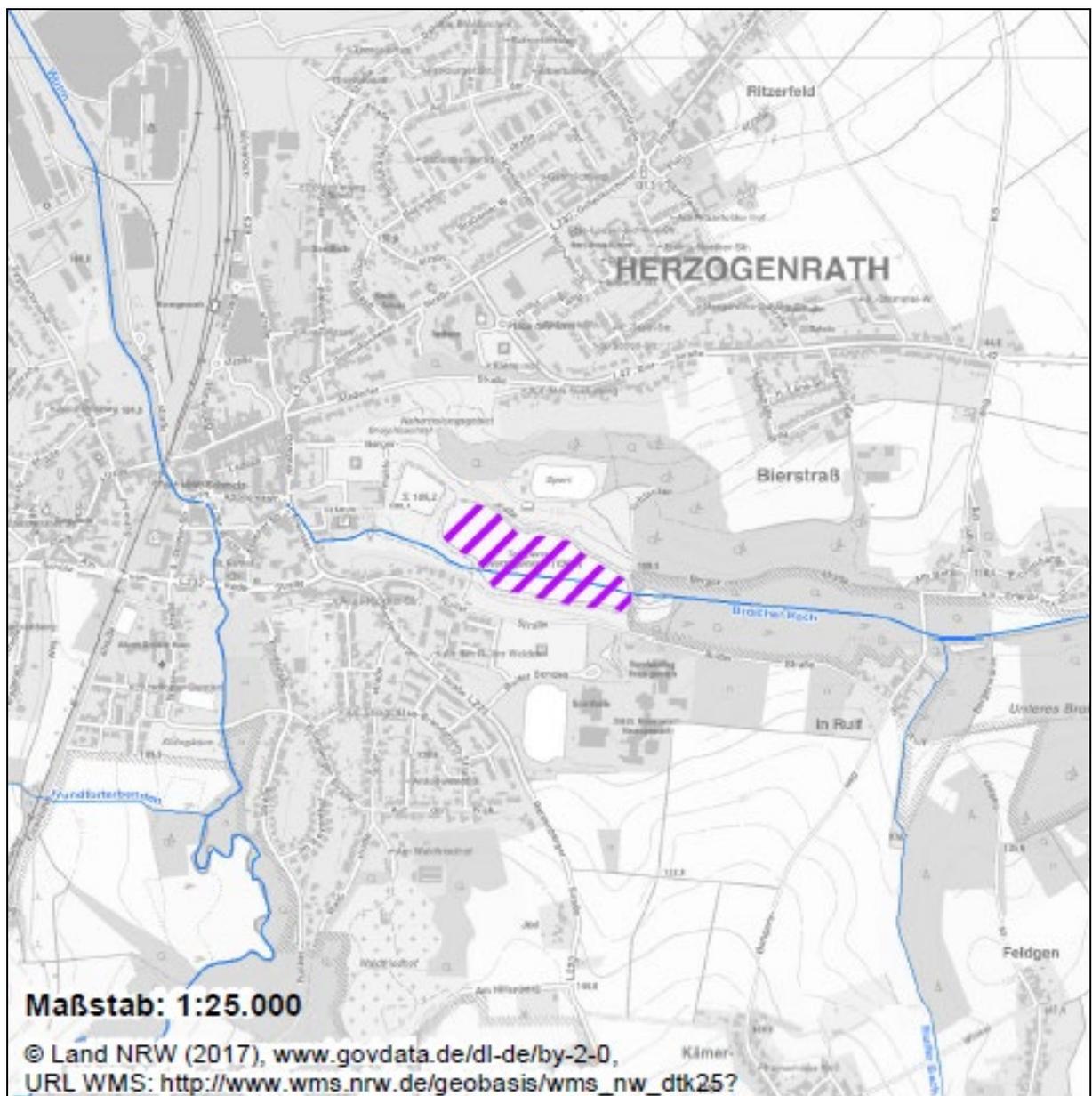


Abb. 1: Lage des HRB Herzogenrath im Gewässersystem

## **2 VORLIEGENDE UNTERLAGEN UND DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN**

### **2.1 Vorliegende Unterlagen**

Für die Abschätzung des Grundwasserzustroms zum HRB Herzogenrath wurden folgende Unterlagen ausgewertet:

- Dipl.-Geol. Michael Eckardt (1996): Rückhaltebecken Herzogenrath, Broicher Bach Ergebnis der Bodenerkundung,
- Ingenieurbüro Gell & Partner GbR (2012): Umgestaltung des Hochwasserrückhaltebeckens Herzogenrath – Grundwasserverhältnisse,
- Kramm Ingenieure GmbH und Co. KG (17. März 2017): Umläufigkeit am Überlaufwehr am Stausee Broicher Bach in Herzogenrath, Ruifer Benden – Vorabinformationen zu den Ergebnissen der geotechnischen Untersuchungen,
- Kramm Ingenieure GmbH und Co. KG (23. März 2017): Umläufigkeit am Überlaufwehr am Stausee Broicher Bach in Herzogenrath, Ruifer Benden – Ortsbesichtigung am 21.03.2017,
- Kramm Ingenieure GmbH und Co. KG (13. April 2017): Umläufigkeiten am Überlaufwehr am Stausee Broicher Bach in Herzogenrath, Ruifer Benden – Sanierungsvorschlag,
- ahu AG & Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Nacken GmbH (2018): Sanierung Umläufigkeit Überlaufschwelle HRB Herzogenrath, Broicher Bach,
- Pegeldaten des LANUV,
- Daten zur Niederschlagsentwicklung, Wasserständen und Abfluss am Broicher Bach des WVER.

### **2.2 Durchgeführte Arbeiten**

Im Betrachtungszeitraum Januar bis Oktober 2018 wurden folgende Geländearbeiten durchgeführt:

- Schurf an der Überlaufschwelle und Untersuchung von Wasserproben im Februar 2018.
- Abflussmessungen an vier Terminen von Mai bis Oktober 2018 im Abstrom des HRB, im Zustrom etwa auf Höhe der Querung der Straße „Im Ruif“ und an den beiden Vorbecken des HRB (Salzverdünnungsmethode).

- Zur Berechnung des Grundwasserandrangs wurden durch den WVER Datenlogger in die vorhandenen Sicker- und Grundwassermessstellen im Damm des HRB im März/April 2018 durch den WVER eingebaut. Außerdem wurden vorab bei zwei Ortsterminen sowie parallel zu den o. g. Abflussmessungen die Grundwasserstände im Umfeld des HRB gemessen.

### **2.3 Untersuchungsgebiet**

In Anlage 1 sind das HRB Herzogenrath sowie die vorhandenen Pegel am Broicher Bach dargestellt. Zwischen den beiden Abflusspegeln *Herzogenrath 2* des LANUV und *In Ruif* des WVER liegt ein Feuchtgebiet, das vom Broicher Bach durchflossen wird.

Bei der Abschätzung des Grundwasserzuflusses zum HRB Herzogenrath wird der gesamte Bereich zwischen den beiden Abflusspegeln differenziert betrachtet.

### 3 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

#### 3.1 Geologischer Aufbau

Aus der Hydrogeologischen Karte sowie Untersuchungen zum oberstrom am Broicher Bach gelegenen Retentionsbodenfilter Broichweiden ergibt sich der nachfolgend beschriebene geologische Aufbau. Lokal bestätigen die Baugrunduntersuchungen zum HRB Herzogenrath die u. g. Schichtenfolge.

Der Untergrundaufbau im Bereich der Überlaufschwelle des HRB Herzogenrath ist auf Grundlage der in Eckardt (1996) und Kramm (2017) durchgeführten Rammkernsondierungen wie folgt zu beschreiben:

- Auffüllung bis 2,4 m mächtig, an der Unterkante kiesige Schicht,
- Schwemmlern/Löß ca. 2 bis 3 m mächtig,
- Feinsande, Feinkiese (Terrasse, Übergang zum Tertiär).

Abbildung 2 zeigt die bei den Rammkernsondierungen Kramm (2017) ange-troffene Schichtenfolge im Bereich des Wasseraustritts.

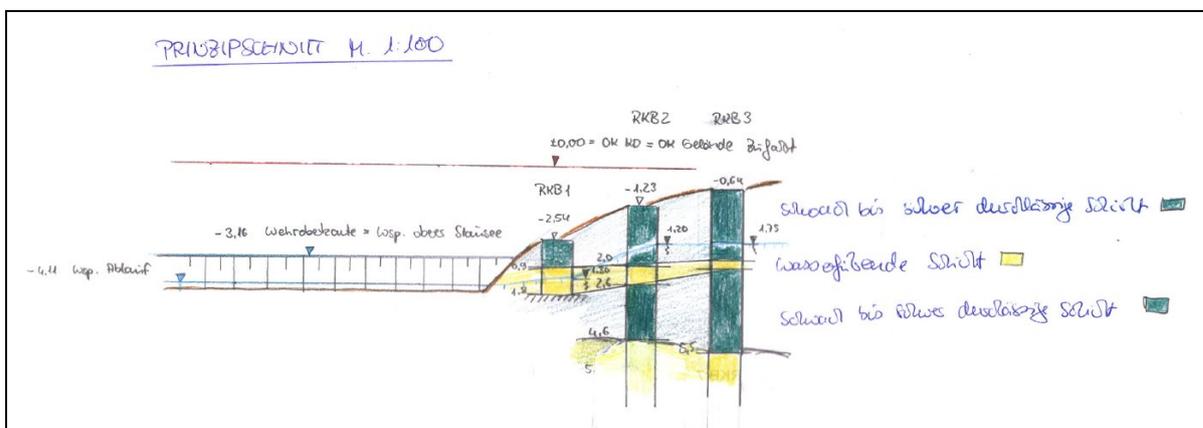


Abb. 2: Profil im Bereich der Überlaufschwelle HRB Herzogenrath (Kramm 2017)

Oberhalb des tertiären Feinsands sind geringmächtige quartäre Kiese verbreitet, die zusammen mit den unterlagernden tertiären Feinsanden das obere Grundwasserstockwerk bilden.

Der tertiäre Feinsand weist eine Mächtigkeit von 20 bis 30 m auf. Aus der Hydrogeologischen Karte (Blatt-Nr. 5103 Eschweiler) ist für die tertiären Sande ein  $k_f$ -Wert von ca.  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s bekannt. Anhand von Korngrößenanalysen in benachbarten Bohrungen wurden für den tertiären Feinsand  $k_f$ -Werte zwischen  $4,3 \cdot 10^{-5}$  und  $4,4 \cdot 10^{-5}$  m/s bestimmt. Der tertiäre Feinsand ist damit ein Grundwasserleiter und bildet im Untersuchungsgebiet das obere Grundwasserstockwerk.

Über den tertiären Feinsanden liegen geringdurchlässige Lehme, die im Bereich des HRB Herzogenrath eine Mächtigkeit von etwa 2 bis 3 m aufweisen. Durch das überlagernde Lehmpaket sind die Grundwasserverhältnisse im oberen Grundwasserleiter lokal gespannt bis artesisch (Gell & Partner 2012).

Unterhalb der tertiären Sande steht der Ratingen Ton an. Dieser ist aufgrund seiner geringen Durchlässigkeit als Grundwasserstauer ausgebildet.

### 3.2 Grundwasserströmungsverhältnisse

In Anlage 2 ist ein Grundwassergleichenplan für Oktober 2011 bei niedrigen Grundwasserständen dargestellt. Der Broicher Bach ist demnach Vorfluter für das oberste Grundwasserstockwerk. Im Tal des Broicher Bachs sind Feuchtgebiete = Grundwasseraussickerungsgebiete verbreitet.

Anhand dieses Grundwassergleichenplans lassen sich auch Einzugsgebiete für das HRB Herzogenrath und das östlich gelegene Feuchtgebiet abgrenzen. Insbesondere von der südlichen Talseite strömt das Grundwasser dem Aussickerungsgebiet im Tal des Broicher Bachs, d. h. hier dem HRB Herzogenrath und dem Feuchtgebiet zu.

Der Grundwasserzustrom von der südlichen Seite zum HRB Herzogenrath bzw. zum Feuchtgebiet konnte auch bei einer Beprobung von Dränagewasser an der Überlaufschwelle anhand der hydrochemischen Unterschiede zum Seewasser nachgewiesen werden (ahu AG 2018).

Bei einer Beprobung von Seewasser und von im Bereich der Überlaufschwelle an der Südseite des HRB Herzogenrath gefassten Dränagewassers im Februar 2018 wurde eine deutliche hydrochemische Differenzierung festgestellt. Insbesondere bei den Parametern Calcium und Magnesium, die geogen und von der Nutzung weitgehend unbeeinflusst sind, zeigt sich hier eine Übereinstimmung zwischen der Grundwasserbeschaffenheit im tertiären Grundwasserleiter und dem an der Dränage untersuchten Wasser.

- Zwischen den Wasserproben der Dränage und des Seewassers besteht ein deutlicher Unterschied in der Beschaffenheit bei allen untersuchten Parametern.
- Das in der Dränage gefasste Wasser weist eine höhere Gesamthärte, höhere Leitfähigkeit und einen höheren Sulfatgehalt auf als das Seewasser.
- Die Gehalte der Nährstoffe Nitrat, Ammonium sowie Chlorid sind im Seewasser höher und zeigen Oberflächenwasser und den Einfluss der Nutzungen am Broicher Bach an.

Das Dränagewasser ist in seiner Zusammensetzung daher als Grundwasser einzustufen. Die Dränage fasst demnach das aufgrund der Potenzialverhältnisse im Tal des Broicher Bachs an der Flanke des HRB Herzogenrath aufsteigende Grundwasser aus dem oberen Grundwasserleiter, was auch an-

hand von Grundwasseranalysen einer benachbarten Grundwassermessstelle des Landesgrundwasserdienstes nachgewiesen werden konnte.

Grundwasserzutritte zum HRB wurden auch bei Eisbedeckung des Sees beobachtet, hierbei treten dann gegenüber dem Seewasser durch das zutretende Grundwasser wärmere Bereiche auf, die nicht zufrieren (Quelle: frdl. mdl. Mitteilung Herr Lorenz, WVER).

## 4 AUSWERTUNG DER UNTERSUCHUNGEN IM JAHR 2018

Zur Quantifizierung des Grundwasserzustroms zum HRB Herzogenrath werden nachfolgend die im Untersuchungszeitraum Januar bis Oktober 2018 erhobenen Daten zur Hydrologie, Niederschlag, Abfluss und Wasserstand ausgewertet.

### 4.1 Niederschlag

Für die Auswertung der Niederschlagsentwicklung wurden die Daten der Stationen KA Euchen, KA Wurm und KA Broichtal durch den WVER zur Verfügung gestellt. In Abbildung 3 ist die Jahresniederschlagssumme jeweils für das Wasserwirtschaftsjahr dargestellt. Deutlich wird daraus, dass das WWJ 2017/2018 eine unterdurchschnittliche Niederschlagsmenge aufweist.

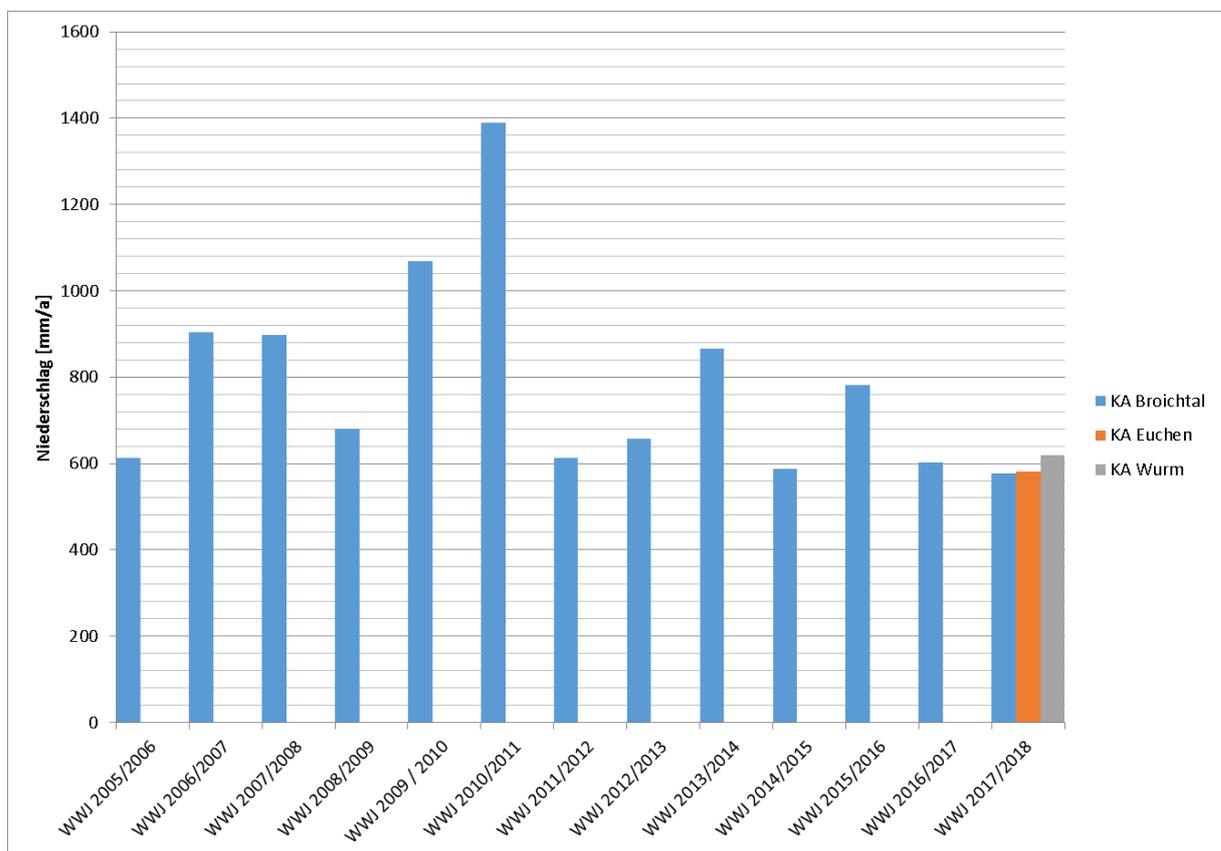


Abb. 3: Jahresniederschlag Stationen KA Broichtal, Euchen und Wurm

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Tagesniederschlags im Betrachtungszeitraum mit Einordnung der Abflussmessungen am Broicher Bach.

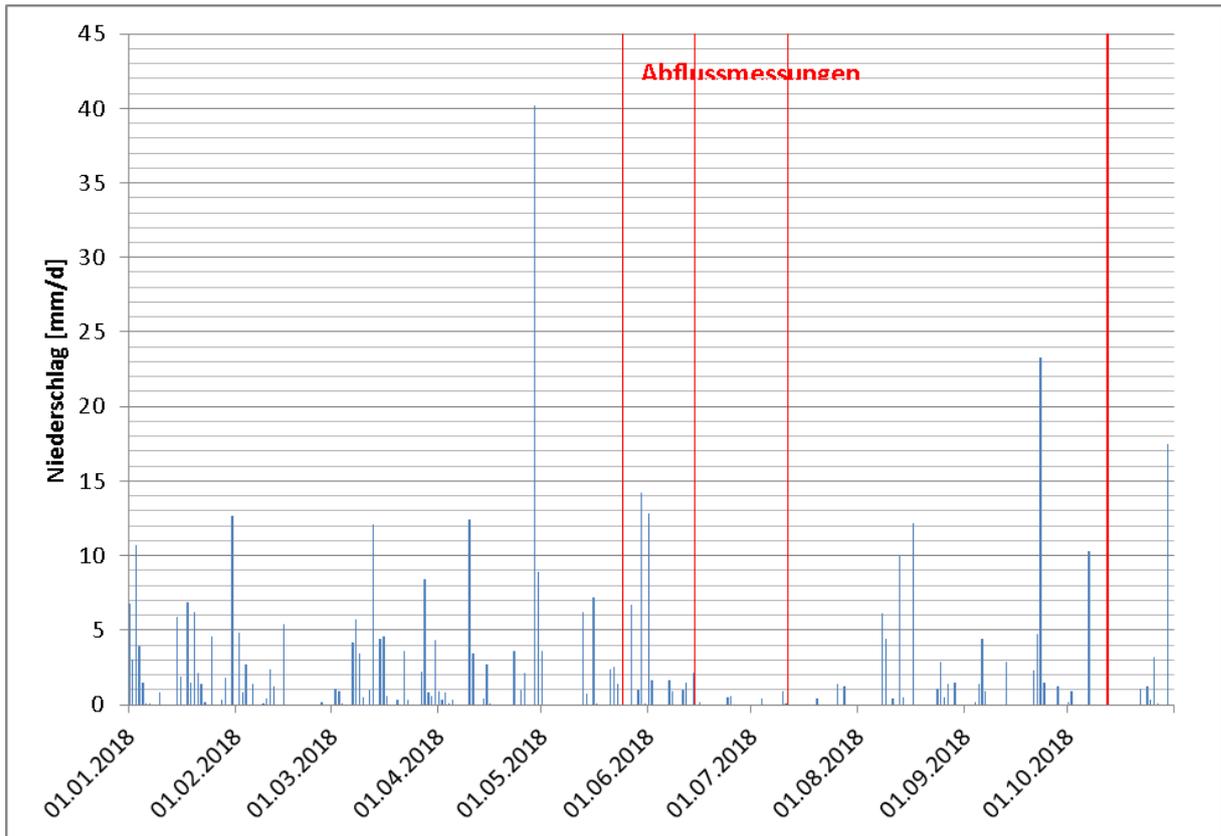


Abb. 4: Niederschlagsentwicklung im Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum im Jahr 2018 war insgesamt durch im langjährigen Vergleich geringe Niederschläge gekennzeichnet (vgl. Abb. 3). Die Darstellung der Tagesniederschläge in Abbildung 4 zeigt besonders die nur durch einzelne Niederschlagsereignisse unterbrochenen Trockenphasen von z. T. mehreren Wochen Dauer zwischen Mai und Oktober 2018.

## 4.2 Verdunstung Wasseroberfläche

Die Verdunstung von der Wasseroberfläche des HRB Herzogenrath wird nachfolgend berechnet und Literaturwerten gegenübergestellt.

Die Berechnung der Verdunstungshöhen von Binnengewässerflächen erfolgt nach einem Modellkonzept von RICHTER (in DVWK 1996), das eine Verdunstungsformel vom Dalton-Typ mit einem Modell zur Berechnung der Gewässeroberflächentemperatur als erforderliche Eingangsgröße zur Berechnung des Dampfdruckgradienten an der Wasseroberfläche verknüpft.

$$EW = a \cdot (eS(TW,O) - e) + b \quad (\text{in mm/d})$$

Hierin sind EW der Verdunstungsverlust des Gewässers,  $e_s(TW,O)$  der Sättigungsdampfdruck bei der Temperatur  $TW,O$  der Wasseroberfläche und  $e$  der Dampfdruck der Luft. Die Werte der Koeffizienten  $a$  und  $b$  wurden auf der Grundlage vieljähriger Messreihen der Verdunstungshöhe von verschiedenen Gewässertypen ermittelt (Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde).

Da für das HRB Herzogenrath keine detaillierten Messungen zu den o. g. Parametern vorliegen, werden nachfolgend Berechnungen des Deutschen Wetterdienstes für unterschiedliche Gewässer herangezogen.

Über die Evapotranspiration nach Haude berechnet sich die Verdunstung aus dem Jahresniederschlag der Station Broichtal zu rd. 490 mm/a. Gemäß Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde liegt die mittlere Verdunstung von Wasserflächen für Deutschland bei 675 mm/a. Die Verdunstung von der Seeoberfläche liegt im Mittel noch deutlich unterhalb des Jahresniederschlags von im Mittel 788 mm/a auf die Seefläche. Jedoch variiert die Verdunstung in den einzelnen Monaten deutlich.

Abbildung 5 zeigt die mittleren Monatssummen der Verdunstung von Gewässerflächen aus einer Berechnung des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

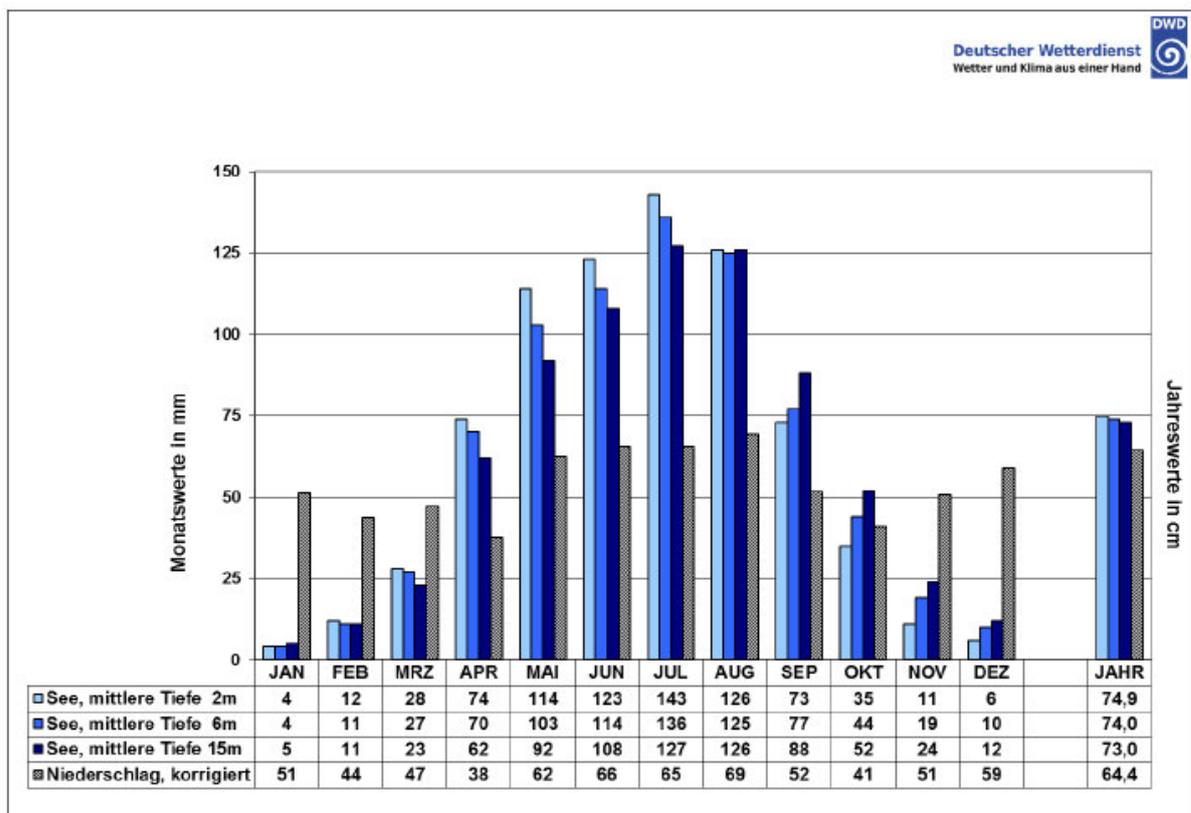


Abb. 5: Verdunstung von Seeflächen (Quelle DWD 2015)

Demnach kann die Verdunstung von Wasserflächen bei mittlerer Tiefe von 2 m im Juli Werte von 143 mm/Monat erreichen, das entspricht bei der Fläche des HRB Herzogenrath von rd. 43.300 m<sup>2</sup> etwa 199.700 l/Tag bzw. 2,3 l/s.

#### 4.3 Zeitliche Entwicklung Grund- und Beckenwasserstand

Die Entwicklung der Wasserstände in den Sicker- und Grundwassermessstellen im Ringdamm für das Jahr 2018 sind in Dokumentation 4 als Ganglinien zusammengestellt.

Nach den Bohr- und Ausbauprofilen<sup>1</sup> und den Messwerten sind gem. Gell & Partner (2012) die Messstellen B1.2 und B1.3 und B2.2 als Grundwassermessstellen zu bewerten, da sie einen gegenüber den übrigen Sickerwassermessstellen deutlich höheren Wasserstand – oberhalb des Dauerstauniveaus des HRB Herzogenrath von 106,74 m+NN – anzeigen, der durch die gespannten Grundwasserverhältnisse (vgl. Abschn. 3) verursacht wird.

Für die Einordnung der in 2018 gemessenen Wasserstände in die langjährige Entwicklung wird die in der Nähe gelegene LGD-Grundwassermessstelle Alsdorf ZOPP herangezogen. Die am Broicher Bach gelegene Grundwassermessstelle Alsdorf Zopp (010202808) ist hinsichtlich der Entwicklung des Grundwasserstands als repräsentativ für die Grundwassersituation am Broicher Bach auch im Bereich des HRB Herzogenrath einzustufen.

Abbildung 6 zeigt, dass im Sommer/Herbst des Jahres 2018 vergleichsweise niedrige Grundwasserstände vorlagen.

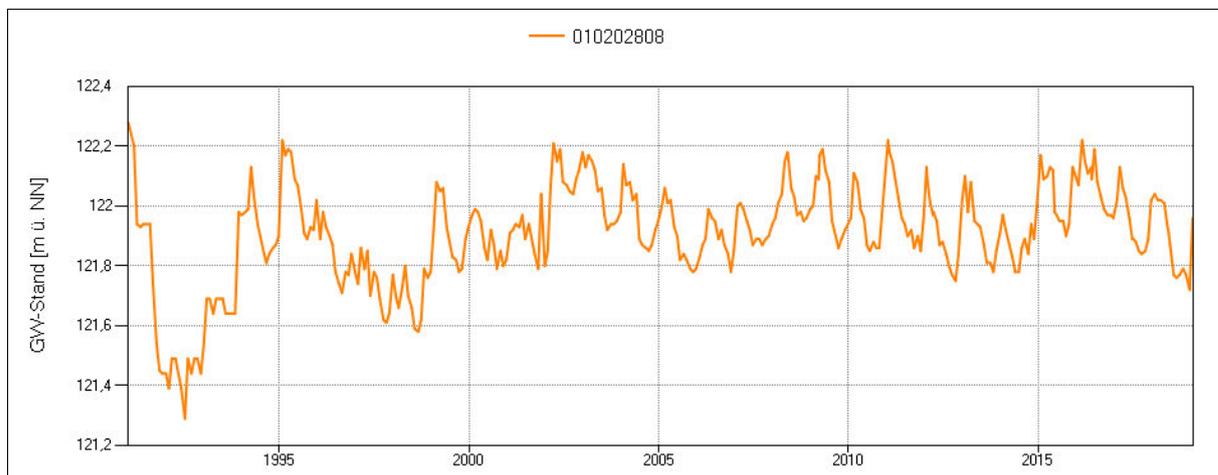


Abb. 6: Langjährige Ganglinie Grundwasserstand GWM Alsdorf-Zopp (010202808)

<sup>1</sup> Gemäß Gell & Partner wurde die Messstellenbohrung jeweils bis in den gewachsenen Boden unterhalb der Dammschüttung abgeteuft und anschließend zwar innerhalb des Dammkörpers verfiltert, jedoch sind infolge der gespannten Grundwasserverhältnisse Umläufigkeiten in der Bohrung entstanden, die hier zur Erfassung des Grundwasserdruckniveaus statt des Sickerwassers im Damm führen.

Abbildung 7 zeigt die Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2018 in der Messstelle 010202808 und den drei Grundwassermessstellen im Ringdamm. Für das Jahr 2018 zeigen sich leicht fallende Grundwasserstände.

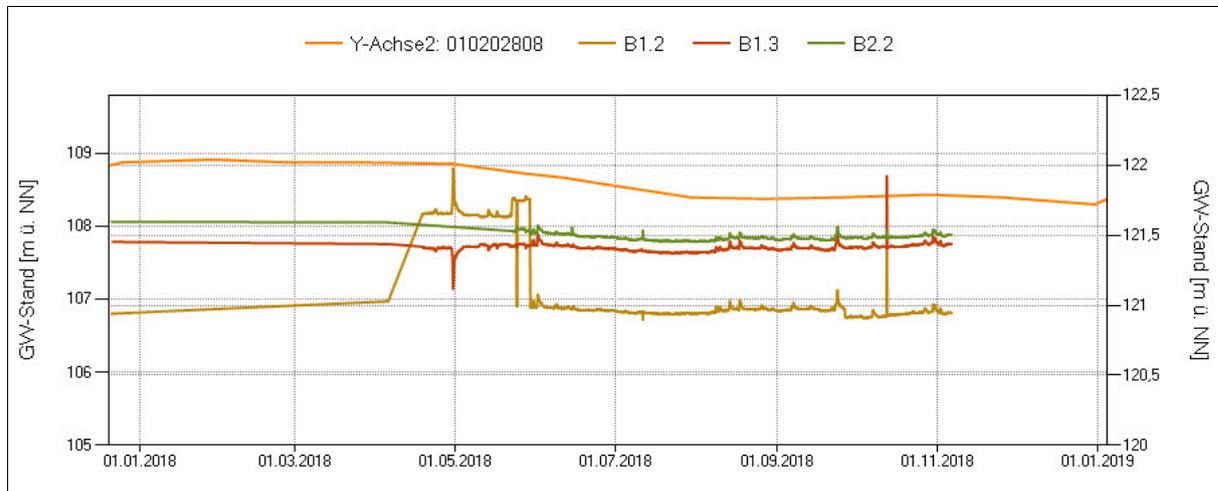


Abb. 7: Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2018

#### 4.4 Pegeldaten LANUV und WVER

Am Broicher Bach ist jeweils unterhalb und oberhalb des HRB Herzogenrath ein Pegel vorhanden; der Pegel *Herzogenrath 2* des LANUV unterhalb und der Pegel *In Ruif* des WVER oberhalb des HRB. Die beiden Pegel liegen etwa 1.300 m Fließstrecke auseinander. Zwischen den beiden Pegeln liegen das HRB Herzogenrath inkl. der zwei Vorbecken sowie ein Feuchtgebiet (vgl. Anl. 1). In Dokumentation 5 sind die für die Auswertung vorliegenden Abflussganglinien der beiden Pegel dargestellt.

#### 4.5 Abflussmessungen

In Anlage 1 ist die Verteilung der Abflussmessstellen für die vier Messungen im Jahr 2018 am Broicher Bach dargestellt. Die Abflussmessstellen verteilen sich demnach wie folgt im Untersuchungsgebiet:

- **1** : ca. 250 m unterhalb des HRB im Broicher Bach (entspricht etwa Pegel *Herzogenrath 2* des LANUV)
- **2** : Vorbecken Nord (in Fließrichtung rechts)
- **3** : Vorbecken Süd (in Fließrichtung links)

- 4 : ca. 600 m oberhalb des HRB im Broicher Bach  
(entspricht etwa Pegel *In Ruif* des WVER)

Zwischen dem Pegel des WVER *In Ruif* und dem HRB liegt ein Feuchtgebiet, daher wurde versucht, den Abfluss aus den beiden Vorbecken am Westende des Feuchtgebietes zu messen, um aufteilen zu können, welcher Anteil des Grundwasserzustroms bereits im Bereich des Feuchtgebietes stattfindet. Da die Messstrecken an den beiden Vorbecken jedoch sehr kurz und ungünstig (Aufteilung des Abflusses und Umströmung) beschaffen sind, konnten hier keine zuverlässigen Abflussmengen ermittelt werden. Eine Differenzierung der Zuströmanteile HRB und Feuchtgebiet wird daher über die Berechnungen in Kapitel 5 vorgenommen.

Die Ergebnisse der Abflussmessungen sind in der Dokumentation 3 aufgeführt. Abbildung 4 zeigt die Einordnung der Abflussmessungen anhand des Niederschlags.

Die Abflussmessungen erfolgten mit der Salzverdünnungsmethode. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Ergebnisse der Abflussmessungen.

Tab. 1: Ergebnisse Abflussmessungen HRB Herzogenrath

| Datum      | Abfluss oberhalb<br>[l/s] | Abfluss Vorbecken<br>[l/s]                        | Abfluss unterhalb<br>[l/s] | Differenz unterhalb – oberhalb<br>[l/s] | Bemerkung  |
|------------|---------------------------|---|----------------------------|---|--|
| 24.05.2018 | 217                       | 277<br>(Mittelwert 426)<br>Messung fehlerbehaftet | 276                        | 59                                      | das nördliche Vorbecken wurde abgesperrt, so dass der gesamte Abfluss durch das südliche Becken geführt wurde, jedoch Umläufigkeit vorhanden |
| 14.06.2018 | 210                       | 109 + 57<br>Messung fehlerbehaftet                | 320                        | 110                                     | getrennte Messung an den beiden Vorbecken  |
| 11.07.2018 | –<br>nicht auswertbar     | 204 + 57<br>Messung fehlerbehaftet                | 232                        | –                                       | Abflussmessung oberhalb des HRB durch Störeinflüsse nicht zuverlässig  |
| 12.10.2018 | 268                       | –   | 223                        | – 44                                    | Abflussmessung oberhalb des HRB durch Störeinflüsse ggf. nicht zuverlässig   |

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Betrachtungszeitraum vier Abflussmessungen durchgeführt werden konnten. Bei den ersten beiden Messungen wurde unterhalb des HRB eine größere Abflussmenge gemessen als oberhalb. Bei der dritten und vierten Messung traten jedoch Störeffekte bei der Messung oberhalb des HRB am Pegel *In Ruif* auf. Hier wurden schwankende Leitfähigkeiten gemessen, so dass die Ergebnisse der dritten und vierten Abflussmessung mit Einschränkungen verwertbar sind.

## 5 BEURTEILUNG GRUNDWASSERZUFLUSS ZUM HRB HERZOGENRATH

### 5.1 Berechnung anhand Pegeldata und Abflussmessungen

In Gell & Partner (2012) wurde auf Grundlage der Pegeldata aus dem Jahr 2010 und 2011 für niederschlagsfreie Tage ein Grundwasserzustrom zum Broicher Bach mit dem HRB Herzogenrath von im Mittel rd. 50 l/s auf der Strecke von etwa 1,3 km zwischen den Pegeln *In Ruif* und *Herzogenrath 2* ermittelt. An den Gangliniendarstellungen im o. g. Gutachten Gell & Partner ist außerdem zu erkennen, dass die Differenzen zwischen Zu- und Abfluss im Winter größer sind als im Sommer.

Nachfolgend werden für zwei Zeitabschnitte, in denen Daten zu beiden Pegeln vorliegen, die Differenzen der Abflussmengen ausgewertet und mit den Abflussmessungen aus dem Jahr 2018 verglichen:

- 2010 bis 2011 und
- 2016 bis 2018.

In den Abbildungen 8 und 9 sind die Abflussmengen an den beiden Pegeln sowie die Differenz dargestellt.

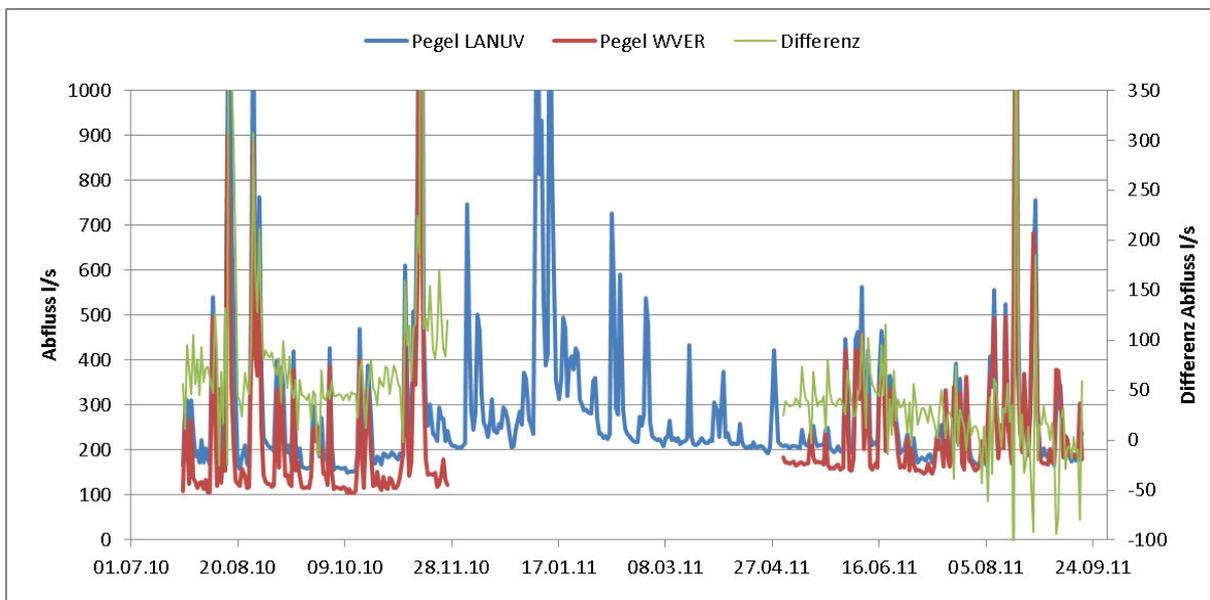


Abb. 8: Abfluss und Differenz oberhalb und unterhalb des HRB Herzogenrath im Zeitraum 2010 bis 2011

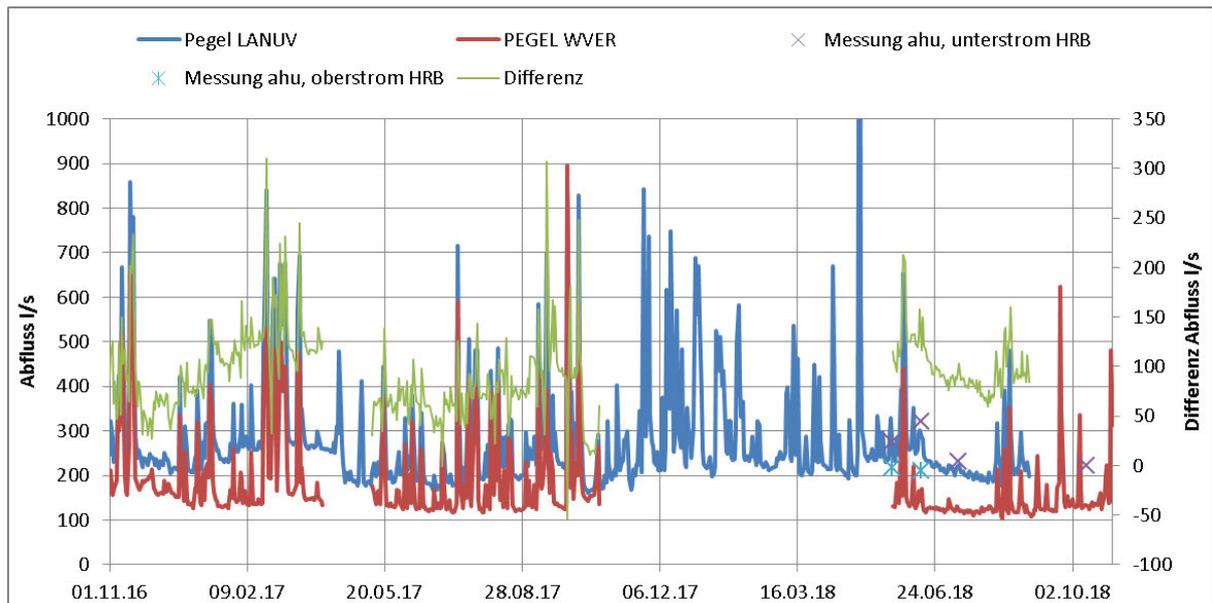


Abb. 9: Abfluss und Differenz oberhalb und unterhalb des HRB Herzogenrath im Zeitraum 2016 bis 2018 und Messungen ahu

Die in den Jahren 2016 bis 2018 an den beiden Pegeln gemessenen Differenzen sind deutlich höher als im vorangehenden Betrachtungsraum (vgl. Abb. 8 und 9). Gegebenenfalls sind hier Veränderungen am Pegel/Querschnitt aufgetreten, die zu einem abweichenden Zusammenhang zwischen Wasserstand und Abfluss führen.

Die aus den Wasserständen berechneten Abflussmengen für den Zeitraum 2016 bis 2018 sind daher nur eingeschränkt auswertbar, da sie im Vergleich mit den Abflussmessungen im Jahr 2018 eine deutlich höhere Differenz zwischen dem Abfluss vor dem HRB und dem Abfluss unterhalb des HRB zeigen (s. u.).

Für die Auswertung der **Differenz der an den beiden Pegeln am Broicher Bach gemessenen Abflussmengen** wurden Zeiträume nach mindestens 8 Tagen ohne Niederschlag ( $\leq 0,1$  mm) ausgewählt und dann jeweils die Differenz der Abflussmenge zum Ende des Zeitraums ausgewertet:

- Oktober 2010: 46 l/s
- April/Mai 2011: 40 l/s
- **Juli 2011: 26 l/s**
- Dezember 2016: 64 l/s
- Januar 2017: 85 l/s
- Mai 2017: 64 l/s

- Juni 2017: 46 l/s
- August 2017: 73 l/s
- **Oktober 2017: 15 l/s**
- Juli 2018: 70 l/s

Aus der Differenz der **Abflussmessungen** oberhalb und unterhalb des HRB jeweils etwa im Bereich der Pegel im Jahr 2018 ergibt sich ein Zustrom auf der gesamten Strecke am

- 24.05.2018: 60 l/s –  
Niederschlag an den vorhergehenden Tagen dokumentiert
- 14.06.2018: 110 l/s –  
Hier ist jedoch bereits ein lokaler Einfluss von Niederschlag<sup>2</sup> wahrscheinlich, da im Lauf der Messung am 14.06.2018 Regen einsetzte.

Insgesamt erscheint der aus den Messwerten im Jahr 2018 ermittelte Zustrom relativ hoch für einen reinen Grundwasserzustrom auf der Strecke zwischen den beiden Pegeln.

Auf der Strecke zwischen den beiden Pegeln liegt auch das Feuchtgebiet (vgl. Abb. 11), das beim Grundwasserzustrom separat betrachtet werden muss, da nach dem Umbau des Broicher Bachs das im Bereich des Feuchtgebietes zuströmende Grundwasser nicht mehr in das HRB Herzogenrath gelangen kann.

Die Aufteilung auf das HRB Herzogenrath, die Vorbecken und das Feuchtgebiet erfolgt etwa anhand der Längen gemäß Tabelle 2.

Tab. 2: Zustromabschnitte zwischen den Pegeln *In Ruif* und *Herzogenrath 2*

| Einheit      | Länge [m] | Anteil [%] | Flächengröße [m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-----------|------------|--------------------------------|
| HRB          | 410       | rd. 40     | 43.300                         |
| Vorbecken    | 90        | rd. 10     | 10.800                         |
| Feuchtgebiet | 510       | rd. 50     | 65.300                         |

<sup>2</sup> Es existieren mehrere Niederschlagswassereinleitungen auf der Strecke zwischen den beiden Pegeln. Unter anderem die Stadt Herzogenrath besitzt eine Einleitgenehmigung für Niederschlagswasser aus dem Bereich Schulzentrum Herzogenrath in den Broicher Bach. Es dürfen bis zu 650 l/s in das Staubecken eingespeist werden (Gell & Partner 2012).

## 5.2 Berechnung anhand Leakagemenge

Zur Überprüfung wurde eine Berechnung über die Leakagemenge anhand der geologischen Verhältnisse und der Differenzen im Grundwasserstand und Beckenwasserstand vorgenommen. Abbildung 10 zeigt die Verhältnisse im Bereich des Ringdamms schematisch.

Die Beckensohle liegt im Bereich des Damms bei ca. 104 m+NN, der Beckenwasserspiegel im Dauerstau auf 106,7 m+NN. Auch im Juli 2018 bei niedrigen Grundwasserständen lag der Grundwasserstand im Bereich des Ringdamms noch ca. 0,8 m oberhalb des Beckenwasserstands.

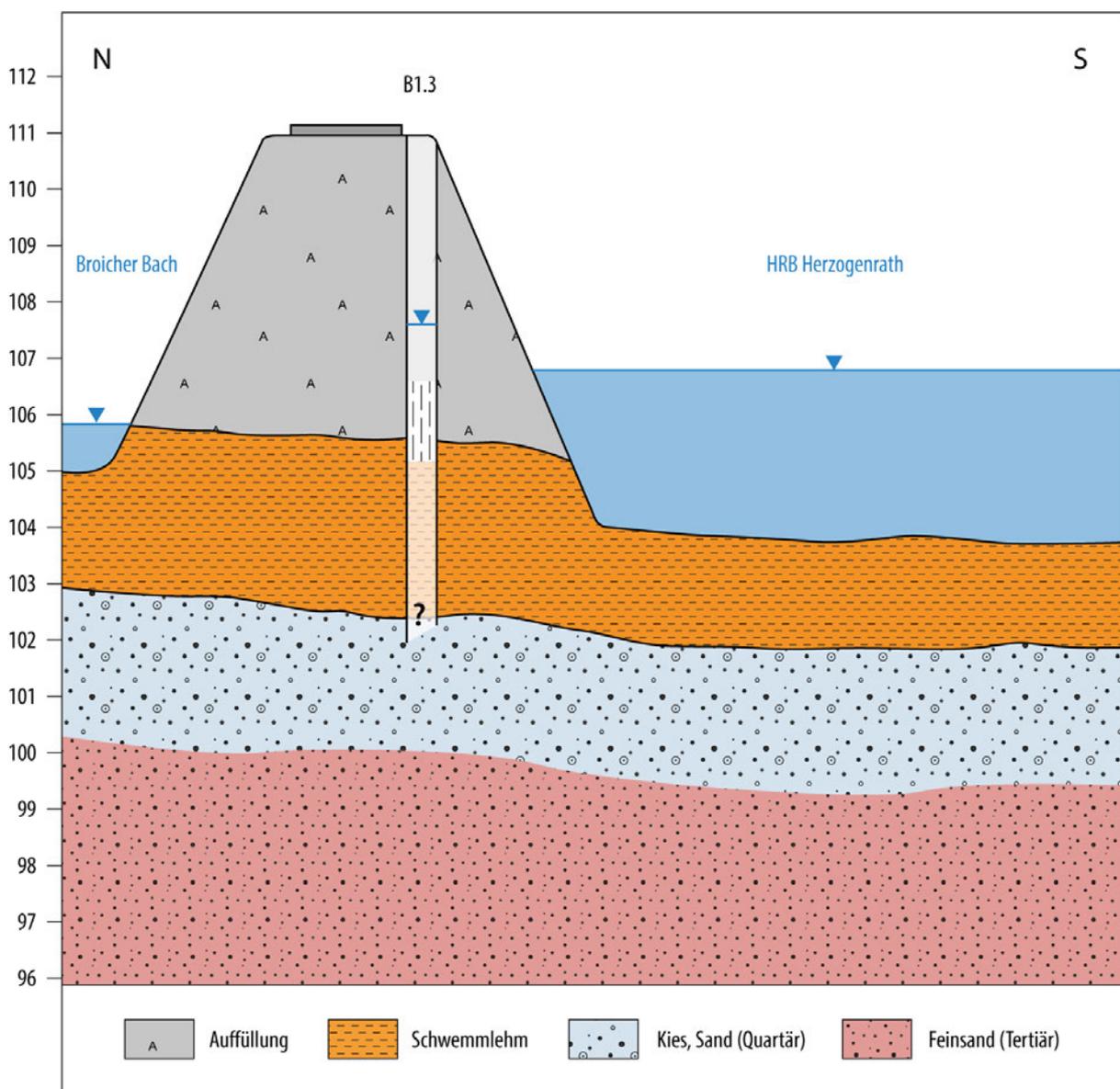


Abb. 10: Schema Wasserstände

Eine Berechnung des Grundwasserzustroms über die Fläche anhand der Leakagemengen im Bereich des HRB ergibt mit den Angaben gem. Abbildung 10 folgende Menge (s. Tab. 3):

Tab. 3: Ergebnisse der Zustromberechnung anhand von Leakagemenge

| mittlere Mächtigkeit Lehme [m] | mittlerer $k_r$ -Wert Lehme [m/s] | mittlere Druckdifferenz [m] | mittlere Leakage-Rate $Q_L$ [ $m^3/s \cdot m^2$ ] | mittlere Leakage-Rate $Q_L$ [ $m^3/a \cdot km^2$ ] | Fläche HRB [ $m^2$ ] | Leakagemenge [l/s] |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|--|----------------------|--------------------|
| 2,50                           | $5,00 \cdot 10^{-7}$              | 0,8                         | 0,00000016  | 5.049.216  | 43.300               | 6,9                |

### 5.3 Berechnung Grundwasserzustrom über Einzugsgebiete

Anhand des Grundwassergleichenplans in Anlage 2 lassen sich Einzugsgebiete für das Feuchtgebiet und das HRB Herzogenrath abgrenzen.

Über die aus den Niederschlagsmengen anhand der Wasserhaushaltsgleichung ermittelte Grundwasserneubildung kann die Zustrommenge bei Trockenwetter aus den Einzugsgebieten des HRB und des Feuchtgebietes differenziert berechnet werden.

Es ergeben sich damit folgende Zustrommengen zum HRB und zum Feuchtgebiet (Tab. 4). Dabei wurde zwischen einem nördlichen und einem südlichen Teileinzugsgebiet differenziert.

Tab. 4: Ergebnisse der Zustromberechnung anhand der Grundwasserneubildung in den Teileinzugsgebieten

| Einzugsgebiete                  | Flächengröße [ $m^2$ ] | GW-Neubildung [ $l/s \cdot km^2$ ] | mittlerer GW-Zufluss [l/s] | Summe [l/s]              |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| HRB_Nord                        | 473.220                | 4,57                               | 2,2                        | 5,6                      |
| HRB_Süd                         | 741.758                | 4,57                               | 3,4                        |                          |
| Feuchtgebiet_Nord               | 291.958                | 4,57                               | 1,3                        | 5,1                      |
| Feuchtgebiet_Süd                | 836.792                | 4,57                               | 3,8                        |                          |
| gesamt bis Pegel Herzogenrath 2 | 41.340.000             | 4,57                               | 188,8                      | MNQ Pegel LANUV: 169 l/s |

In Abbildung 11 ist ein Schemabild für die Anbindung des HRB und des Broicher Bachs dargestellt.

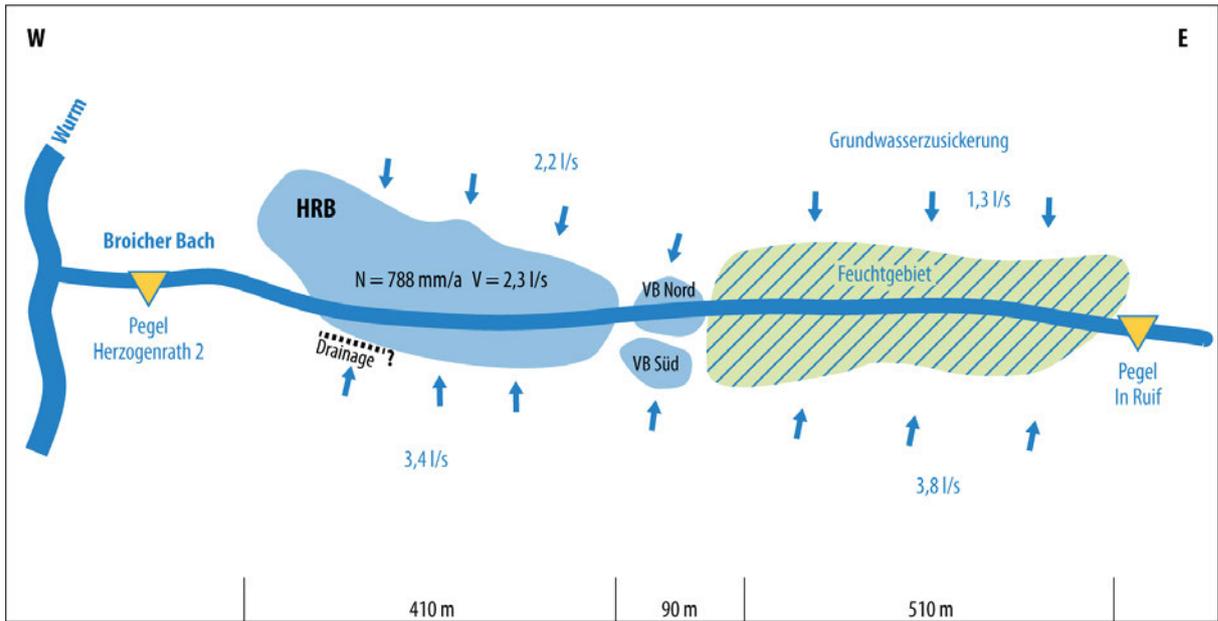


Abb. 11: Schema Grundwasserzustrom Ist-Situation

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

### 6.1 Zusammenfassung

In Tabelle 5 sind die im voranstehenden Kapitel nach unterschiedlichen Methoden ermittelten Grundwasserzuströmmen zum HRB Herzogenrath zusammengestellt.

Tab. 5: Ergebnisse Grundwasserzuström HRB Herzogenrath

| Einheit      | Länge [m] | Anteil [%] | Minimale Zustrommenge nach Abflussmessungen [l/s] | Anteilige minimale Zustrommenge nach Abflussmessungen [l/s] | Zustrommenge nach Leakage [l/s] | Zustrommenge nach Grundwasserneubildung [l/s] |                            |
|--------------|-----------|------------|---|---|---------------------------------|---|----------------------------|
| HRB          | 410       | 41         | 15 bis 26   | 6 bis 10,4  | 6,9                             | Nord: 2,2                                     |                            |
|              |           |            |   |   |                                 |   | Süd: 3,4                   |
| Vorbecken    | 90        | 9          |   | 1,5 bis 2,6   |                                 | –   | bei Feuchtgebiet enthalten |
| Feuchtgebiet | 510       | 50         |   | 7,5 bis 13  | –                               | 5,1   |                            |

Die Ergebnisse der Abschätzung des Grundwasserzuströms zum HRB Herzogenrath sind wie folgt zusammenzufassen

- Gemäß den Abflussmessungen strömen dem Broicher Bach im Bereich des Feuchtgebietes und dem HRB Herzogenrath zwischen den beiden Gewässerpegeln *In Ruif* und *Herzogenrath 2* im Minimum etwa 15 l/s bis 26 l/s Grundwasser zu.
- Im Mittel liegt der Grundwasserzuström zwischen den beiden Gewässerpegeln gem. Auswertung der Abflussmessungen – wahrscheinlich inkl. einem sog. Interflow in den oberflächennahen Schichten – etwas höher bei rd. 50 l/s (vgl. Daten 2011, Abschn. 5.1).
- Der Zuström zum Feuchtgebiet wird nach dem Umbau des Broicher Bachs nicht mehr in das HRB Herzogenrath gelangen, sondern im Broicher Bach abfließen.
- Der Grundwasserzuström direkt zum HRB beträgt an dem gemessenen Abfluss zwischen den beiden Pegeln etwa 40 %, d. h. 6 bis 10,4 l/s.
- Berechnungen anhand der Leakagemenge und der Grundwasserneubildung ergeben (Trockenwetter-)Zuströmmen zum HRB von 5,6 l/s bis 6,9 l/s.

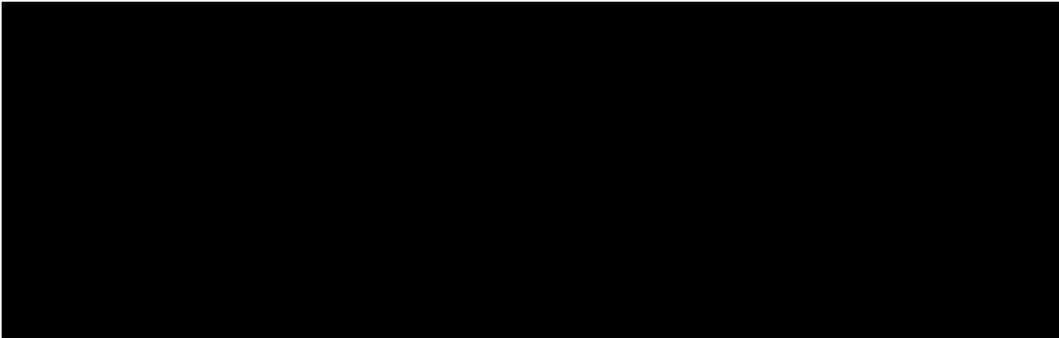
- Auch der Grundwasserzufluss vom südlichen Hang in das HRB wird zukünftig direkt in den Broicher Bach erfolgen, da dieser gem. der derzeitigen Planung nach Süden neben das Becken gelegt wird.
- Somit würde als Trockenwetterzustrom aus dem Grundwasser zum HRB Herzogenrath nur noch eine Menge von rd. 2,2 l/s aus dem nördlichen Einzugsgebiet verbleiben.
- Die Verdunstung von der Gewässeroberfläche liegt nach mittleren Monatsdaten des Deutschen Wetterdienstes im Sommer in einer ähnlichen Größenordnung bei ca. 2,4 l/s.

## 6.2 Empfehlungen

Aus der Abschätzung des Grundwasserzuflusses zum HRB Herzogenrath sind folgende Empfehlungen abzuleiten:

- Für Trockenphasen im Sommer sollte eine Möglichkeit des Zuflusses aus dem Broicher Bach in das HRB erhalten werden (Bypass).

Aachen, Juni 2019



i. V.

Dipl.-Geol. Ulrich Lieser

i. A.

Dipl.-Geol. Nadine Coenen