

zw. NK 5818-119  
zw. NK -

und  
und

NK 5818-126  
NK -

Von Bau-km \_\_\_\_\_ 8+750 bis 11+902 \_\_\_\_\_

Nächster Ort: \_\_\_\_\_ Frankfurt am Main \_\_\_\_\_

Baulänge: \_\_\_\_\_ 3.152 m \_\_\_\_\_

Straßenbauverwaltung:



**Die Autobahn GmbH  
des Bundes**  
Außenstelle  
Frankfurt / Gelnhausen  
Röntgenstraße 7-9  
60388 Frankfurt  
www.autobahn.de

## 1. Deckblattverfahren

### Planänderung Ostumgehung Frankfurt am Main

Endausbau der A 661

zw. AS Friedberger Landstraße und AS Frankfurt a.M. - Ost  
mit Direktrampe, Verflechtungsstreifen, Aufhebung Alleespange und  
erweiterter Lärmschutz

für eine Landesstraßen- / Kreisstraßenmaßnahme\*  
für eine Bundesfernstraßenmaßnahme\*  
für ein Bauwerk\*  
für einen Nebenbetrieb / eine Nebenanlage\*  
für eine Maßnahme zur Lärmsanierung\*  
für eine Betriebseinrichtung\*

### Unterlage 18.5

- hydrodynamische Berechnung -

Aufgestellt  
Frankfurt, den 22.09.2021  
Autobahn GmbH des Bundes  
Außenstelle Frankfurt/Gelnhausen

i.V. gez. Jürgen Semmler  
Außenstellenleiter

Nachrichtliche Unterlage  
Nr. 18.5  
zum

#### Planfeststellungsbeschluss

vom 17.10.2023 Gz. 061-k-04#1.024h  
Wiesbaden, den 19.10.2023

Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Energie, Verkehr  
und Wohnen

Abt. VI  
im Auftrag

Ministerialrat



Die Autobahn GmbH  
des Bundes



## Endausbau der A 661 zw. AS Friedberger Landstraße und AS Frankfurt a.M. - Ost

Hydrodynamische Berechnungen

Erläuterungsbericht

PROJEKT-NR.: 3212

07 / 2021

[3212\_BER\_20210713]

Die Autobahn GmbH des Bundes  
Endausbau der A 661 zw. AS Friedberger Landstraße und A Frankfurt a.M. - Ost  
Erläuterungsbericht I Hydrodynamische Berechnungen

Endausbau der A 661 zw. AS Friedberger Landstraße und AS Frankfurt a.M. - Ost  
Hydrodynamische Berechnungen

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH des Bundes  
Niederlassung Westfalen | Außenstelle Dillenburg  
Hauptstraße 106-108  
35683 Dillenburg

Projektleitung: Frau Dickert

Aufgestellt: Brandt Gerdes Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH  
Pfungstädter Straße 20  
64297 Darmstadt

Bearbeitung: Herr aus dem Bruch  
Tel.: 06151 9453-23  
L.ausdembruch@bgswasser.de

Angebot: Projekt-Nr. 3212 vom 18.03.2021  
(Nachtragsangebot zu Vertrags-Nr. 100580286)

Auftrag: vom 24.03.2021

Darmstadt, 13.07.2021



Dipl.-Ing. Lars aus dem Bruch



Dr.-Ing. Thomas Kraus

## INHALT

<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SYSTEMÜBERSICHT / DATEN / MODELLE</b>	<b>2</b>
2.1	Entwässerungssystem Autobahn	2
2.2	RRB 2a und RRB 3	4
2.3	Riedgraben	5
2.4	Regendaten	7
2.4.1	Kostras-DWD	7
2.4.2	Niederschlagsschreiber SEF Übersicht	7
2.4.3	Niederschlagsschreiber SEF Auswertung	8
2.5	Kanalnetzmodell INKA	9
<b>3</b>	<b>BERECHNUNGEN</b>	<b>10</b>
3.1	Anmerkungen	10
3.2	Berechnung mit freiem Auslass und $Q_{Dr} = 300 \text{ l/s}$	10
3.3	Berechnung mit freiem Auslass und $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$	11
3.4	Berechnungen mit und ohne Rückstauklappe	12
3.5	Berechnung mit Drosselrückstau und $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$	14
3.6	Berechnung mit Drosselrückstau, $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ und Umbau Seckbachsammler	15
3.7	Berechnung mit Drosselrückstau und $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ und $V_{RRB} = 2000 \text{ m}^3$	16
3.8	Berechnung mit Drosselrückstau, $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ , $V_{RRB} = 2000 \text{ m}^3$ und Umbau Seckbachsammler	17
3.9	Berechnung mit Drosselrückstau, $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ , Planung mit 2 Becken	18
<b>4</b>	<b>FAZIT</b>	<b>20</b>

## ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Übersicht Autobahntwässerung (Ausschnitt aus /2/ Bau km 8+750 – 9+700)	2
Abbildung 2:	Übersicht Autobahntwässerung (Ausschnitt aus /2/ Bau km 9+700 – 10+600)	3
Abbildung 3:	Lageplan RRB 2a	4
Abbildung 4:	Lageplan RRB 3	4
Abbildung 5:	Systemskizze Riedgraben (aus /2/)	5
Abbildung 6:	Planausschnitt Regenschreiberstandorte der SEF (Plan der SEF)	7
Abbildung 7:	Vergleich benachbarter Regenschreiber	8
Abbildung 8:	Regenschreiber Beispiel Ereignisauswertung	9
Abbildung 9:	Längsschnitt durch RRB 3 mit Drosselhaltungen	12
Abbildung 10:	Ganglinienvergleich RRB 3 / Drossel mit / ohne Rückstauklappe	12
Abbildung 11:	Ganglinienvergleich RRB 3 / Notüberlauf (RRB mit / ohne Rückstauklappe)	13
Abbildung 12:	Lageplan RRB 3, Planung mit 2 Becken	18

## TABELLEN

Tabelle 1:	Berechnungsergebnisse RRB 3 $Q_{Dr} = 300$ l/s mit freiem Abfluss	10
Tabelle 2:	Berechnungsergebnisse RRB 3 $Q_{Dr} = 167$ l/s mit freiem Abfluss	11
Tabelle 3:	Vergleich der Entlastungsabflüsse ohne / mit Rückstauklappe (RK) am 28.08.1984	13
Tabelle 4:	Berechnungsergebnisse RRB 3 $Q_{Dr} = 167$ l/s mit Rückstau	14
Tabelle 5:	Berechnungsergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167$ l/s mit Rückstau, Umbau Seckbachsammler)	15
Tabelle 6:	Berechnungsergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167$ l/s mit Rückstau, $V = 2000$ m <sup>3</sup> )	16
Tabelle 7:	Ergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167$ l/s mit Rückstau, $V = 2000$ m <sup>3</sup> , Umbau Seckbachsammler)	17
Tabelle 8:	Ergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167$ l/s mit Rückstau, $V = 2000$ m <sup>3</sup> , Umbau Seckbachsammler)	19
Tabelle 9:	Oberflächenbeschickung (1 Becken) und horizontale Fließgeschwindigkeit:	19

## ANHANG

Anhang 1	KOSTRA DWD 2010R	1
Anhang 2	Regenreihen Monatswerte	3
Anhang 3	Jährlichkeiten der 50 „stärksten“ Ereignisse	4
Anhang 4	Ergebnisliste Freier Auslass und QDr = 300 l/s	5
Anhang 5	Ergebnisliste Freier Auslass und QDr = 167 l/s	5
Anhang 6	Ergebnisliste mit Drosselrückstau und QDr = 167 l/s	6
Anhang 7	Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s und Umbau Seckbachsammler	6
Anhang 8	Ergebnisliste mit Drosselrückstau und QDr = 167 l/s und VRRB = 2000 m <sup>3</sup>	7
Anhang 9	Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s, VRRB = 2000 m <sup>3</sup> und Umbau Seckbachsammler	7
Anhang 10	Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s, Planung mit 2 Becken	7

## UNTERLAGEN

Aktuelle Planunterlagen der Kanäle und Bauwerke der Autobahnentwässerung stammen von der Autobahn GmbH des Bundes,

Hessen Mobil und dem Planungsbüro Schott (Hünfeld). Weiterhin basieren die Berechnungen auf den Daten und Informationen aus den folgenden Unterlagen:

- /1/ Hessen Mobil, A 661 Ostumgehung Frankfurt, Projekt Nr. 3474, Brandt-Gerdes-Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt, Okt. 2014
- /2/ SEF, Aktualisierung der Untersuchung zu den Abflussverhältnissen im Riedgraben, Projekt Nr. 3868, Brandt-Gerdes-Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt, Nov. 2017
- /3/ Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement Fulda, BAB A 661 Endausbau Ostumgehung Frankfurt/M Hydraulische Berechnung und Überprüfung / Dimensionierung der Kanäle und der RRB im Zuge der Vervollständigung der Westfahrbahn zw. AS Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch, Projekt Nr. 3212a, Brandt-Gerdes-Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt, Jul. 2014

## 1 VORBEMERKUNG

Die Autobahn GmbH des Bundes plant eine Erweiterung der A661 zwischen der Anschlussstelle Friedberger Landstraße und Anschlussstelle Frankfurt Ost um eine zwei bis vier streifige Westfahrbahn.

Die Entwässerung des Bestands und der geplanten Erweiterung wurde vom Auftragnehmer im Jahr 2014 überprüft und dimensioniert. Aufgrund von Änderungen in der Leitungsführung wurde das Entwässerungssystem seitdem in wenigen Bereichen neu dimensioniert. Das Entwässerungssystem leitet das Regenwasser zu zwei hintereinander geschalteten Regenrückhaltebecken (RRB 2a und RRB3). Vom RRB 3 wird das Wasser gedrosselt in das Kanalnetz der Stadtentwässerung Frankfurt (SEF) abgeleitet. Das RRB 3 hat zur Vermeidung der Überlastung des Entwässerungssystems einen Notüberlauf in den angrenzenden Riedgraben.

Die Planungen für das RRB 2a sind abgeschlossen und wurden, wie auch das veränderte Entwässerungssystem der A661, in einen aktualisierten Berechnungsdatensatz für hydrodynamische Berechnungen übernommen.

Die Planung für das RRB 3 hingegen bedarf einer erneuten Überprüfung, da sich einige Randbedingungen im Vergleich zur damaligen Dimensionierung verändert haben. Für das Drosselorgan des RRB 3 gibt es die Vorgabe, anstelle des in der bisherigen Dimensionierung angesetzten Drosselabflusses von  $Q_{Dr} = 300 \text{ l/s}$ , nur maximal  $167 \text{ l/s}$  in das Kanalnetz der SEF abgeben. Hinzu kommt, dass der für die Einleitung zur Verfügung stehende Kanalstrang bei Starkregenereignissen über Scheitel eingestaut wird, was zu einer deutlichen Verminderung des Drosselabflusses des RRB 3 führen kann.

Im Riedgraben und v.a. in den angrenzenden Kleingärten kam es in den vergangenen Jahren wiederholt zu Überschwemmungen wozu teilweise auch das provisorische RRB 3 beigetragen hat. Aber nicht nur die beschränkte hydraulische Leistungsfähigkeit des Riedgrabens, sondern auch der Umstand, dass der Riedgraben keinen natürlichen Ablauf hat, sondern an seinem Ende gepumpt werden muss, führen zu der Forderung, des RP und der SEF, dass das RRB auf ein 10-jährliches Regenereignis dimensioniert werden muss.

Um größere Schäden der Unterlieger durch die Notentlastung der Autobahnentwässerung so gering wie möglich zu halten, soll der Nachweis der Überflutungssicherheit erbracht werden. Hierbei ist zu untersuchen, ob die bisherige Planung des RRB 3 ausreicht oder ob ggfs. zusätzliches Volumen erforderlich ist.

Um die Randbedingungen realistisch abbilden zu können, wurde der Datensatz der Autobahnentwässerung mit dem Berechnungsdatensatz „Nord-Ost“ der SEF gekoppelt. Die folgenden Ausführungen beschreiben das Vorgehen der Bearbeitung, die Berechnungen und notwendige Maßnahmen.

## 2 SYSTEMÜBERSICHT / DATEN / MODELLE

### 2.1 Entwässerungssystem Autobahn

Das Entwässerungssystem der Autobahn wurde im Vergleich zu vorherigen Berechnungen in diesem Projekt (2014 / 2017) an wenigen Punkten geändert. Im Zufluss zum RRB 2a wurde das System leicht geändert und einige Dimensionen vergrößert, Das System ist haltungsgenau im Berechnungsdatensatz abgebildet. Die Flächen der A 661 wurden geringfügig angepasst.

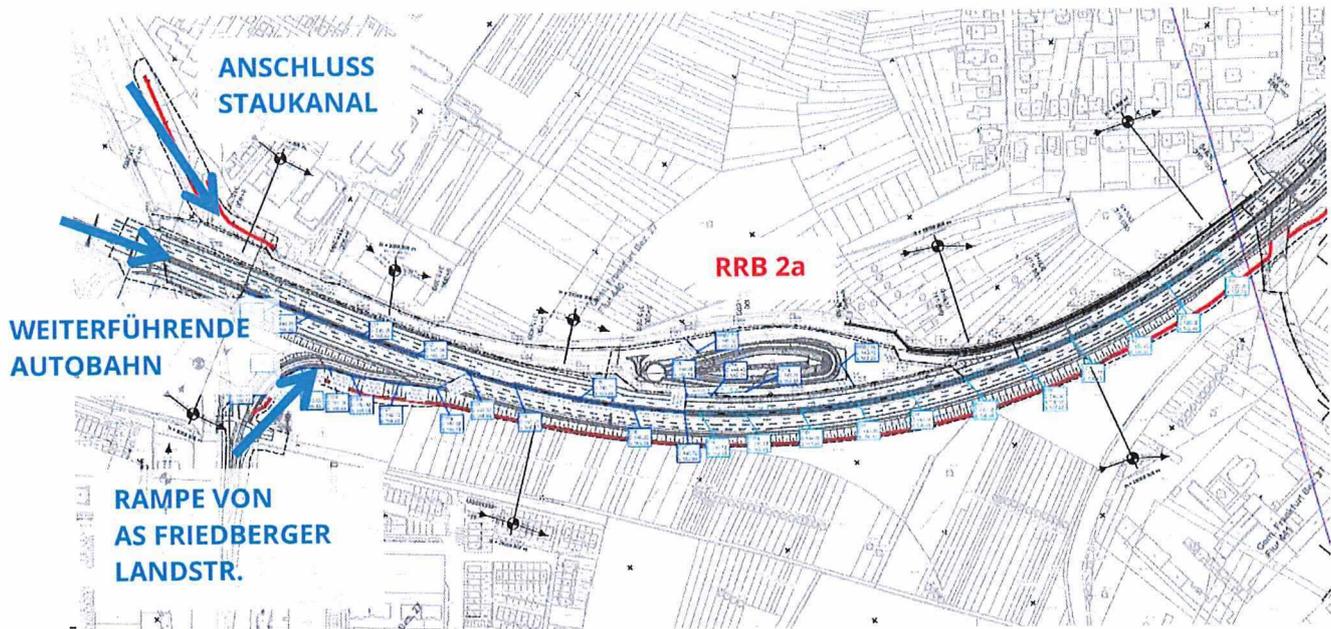


Abbildung 1: Übersicht Autobahntwässerung (Ausschnitt aus /2/ Bau km 8+750 – 9+700)

Dem Entwässerungsnetz der A661 fließen noch folgende Teilgebiete zu:

Am höchsten Punkt des Ausbaubereiches (Anschluss Friedberger Landstraße) wurden drei Sammler (DN 300, DN 400 und DN 600) aus der weiterführenden Autobahn als Zuflüsse bei Km 8 + 770 übernommen, um die maßgebenden Abflüsse (Abflusswellen) als Input für den Berechnungsabschnitt zwischen Friedberger Landstraße und AD Erlenbruch zu erhalten. Die Daten der Kanäle (Einzugsgebiet, Versiegelungsgrad, Nennweite, Sohl- und Geländehöhen) wurden zur Berechnung benötigt, um die Zuflusswellen (Volumen) für den hydraulischen Nachweis der Kanäle und für die Dimensionierung der Regenrückhaltebecken korrekt abbilden zu können. Diese wurden aus den vorherigen Unterlagen ungeprüft übernommen.

An einem der Kanäle ist ein städtischer Staukanal aus der Friedberger Landstraße angeschlossen. Dieser wird auf  $Q_{Dr} = 90 \text{ l/s}$  gedrosselt.

Eine Rampe vom AS Friedberger Landstraße entwässert in Richtung RRB 2a.

Bei Bau-Km 9 + 800 wurde Wasser aus einem Kanal (DN 300 bis DN 400) aus der Seckbacher Landstraße übernommen. Die Daten wurden ungeprüft aus den oben beschriebenen Altunterlagen gewonnen.

Im weiteren Verlauf bis zum RRB 3 gibt es noch nicht genau verifizierte Fremdwasserzuflüsse. Bis hier genauere Zahlen bekannt sind, wird eine Fläche von 4 ha mit einem Versiegelungsgrad von 2% angesetzt.

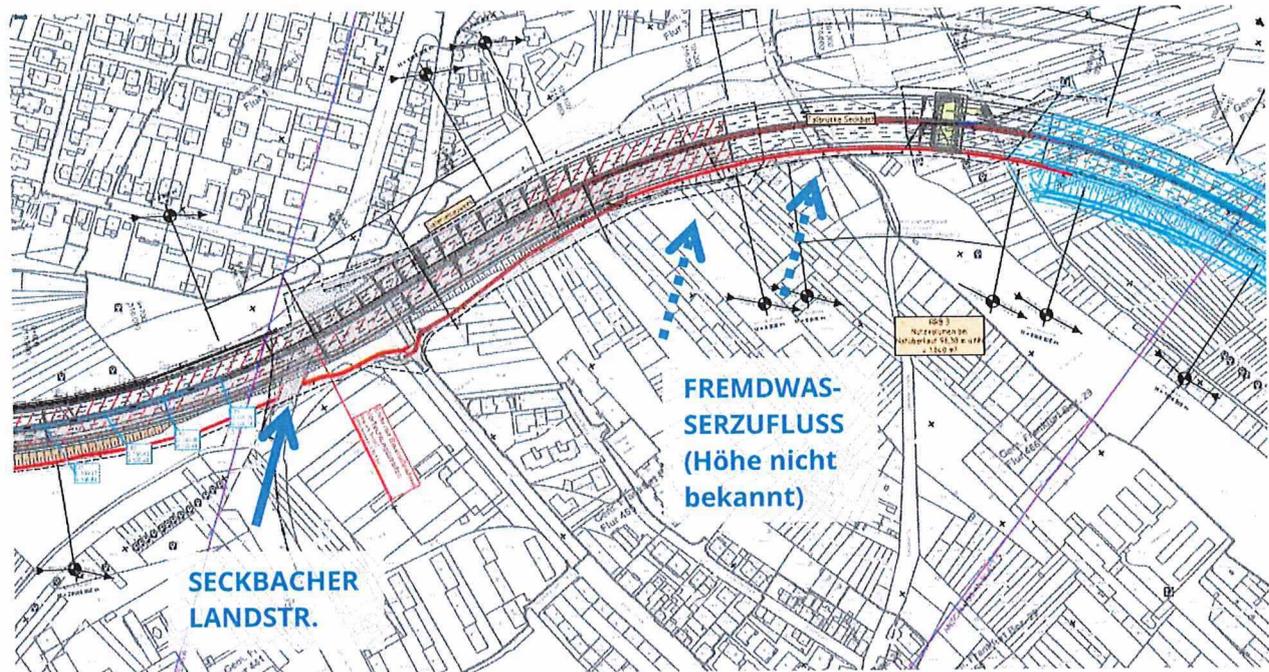


Abbildung 2: Übersicht Autobahntwässerung (Ausschnitt aus /2/ Bau km 9+700 – 10+600)

Die Teilflächen, die zu den RRB entwässern, summieren sich auf:

RRB 2a:	AEK = 17,40 ha	Au = 11,10 ha	(davon Staukanal: AEK 2,33 ha, Au 1,63 ha)
RRB 3:	AEK = 10,65 ha	Au = 4,62 ha	(inkl. Flächen für Ansatz Fremdzufuss))

Im Vergleich zu den bisherigen Dimensionierungsberechnungen ist die abflusswirksame Fläche im Einzugsgebiet des RRB 3 leicht gestiegen.

### 2.2 RRB 2a und RRB 3

Die Planungen für das RRB 2a sind abgeschlossen. Das RRB hat ein Volumen von 4.972 m<sup>3</sup>. Gedrosselt wird das RRB mit einem Drosselschieber auf  $Q_{Dr} = 50$  l/s bei einem Wasserstand in Höhe der Überlaufschwelle (144,82 müNN). Der Überlauf fließt zusammen mit dem Drosselabfluss in Richtung RRB 3.

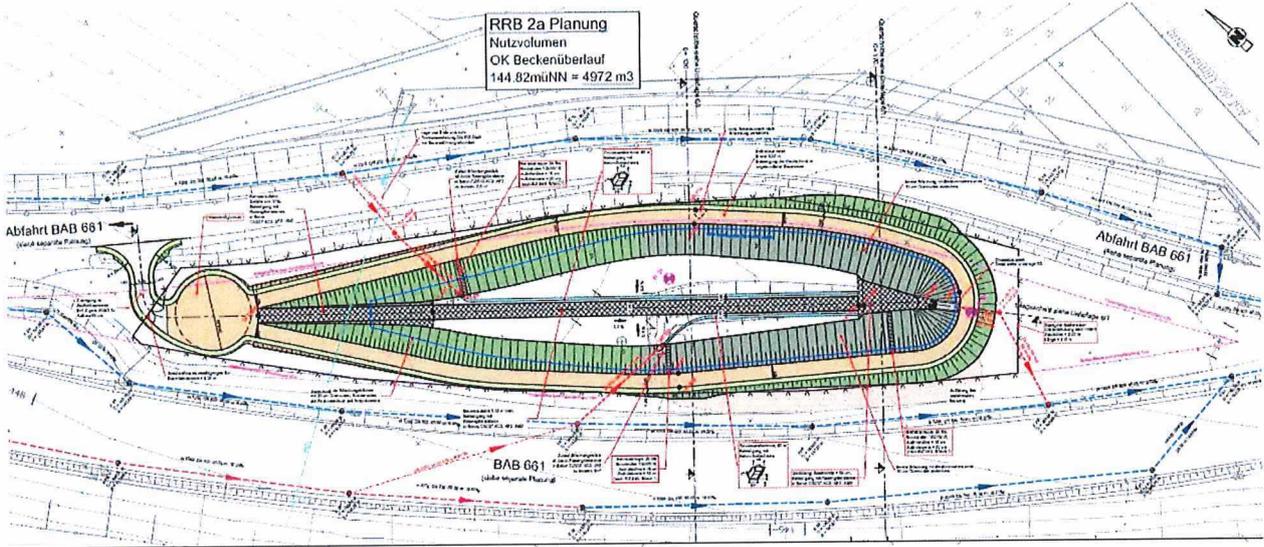


Abbildung 3: Lageplan RRB 2a

Das RRB 3 liegt unter der Autobahnbrücke.

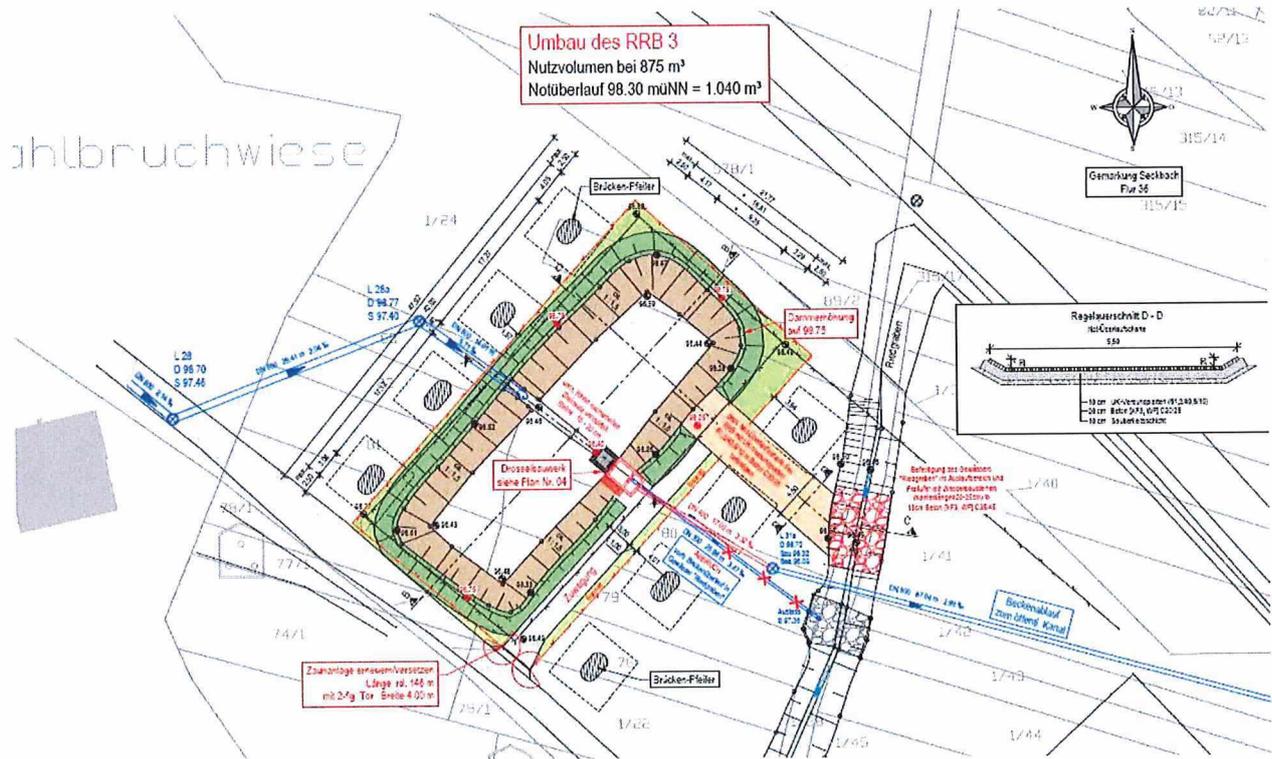


Abbildung 4: Lageplan RRB 3

Die bisherigen Planungen gingen von einem rückstaufreien Drosselabfluss von 300 l/s aus. Das Drosselorgan des RRB 3 kann anstelle des in der bisherigen Dimensionierung angesetzten Drosselabflusses von  $Q_{Dr} = 300$  l/s nur maximal 167 l/s in das Kanalnetz der SEF abgeben. Hinzu kommt, dass der für die Einleitung zur Verfügung stehende Kanalstrang bei Starkregenereignissen über Scheitel eingestaut wird, was zu einer Verminderung des Drosselabflusses des RRB 3 führen kann.

Bis zur Schwellenkote des Notüberlaufs (98,00 müNNH) kann aktuell im RRB 3 ein Volumen von 875 m<sup>3</sup> aktiviert werden.

### 2.3 Riedgraben

Aus /2/ wurde folgende Systemskizze des Riedgrabens übernommen:

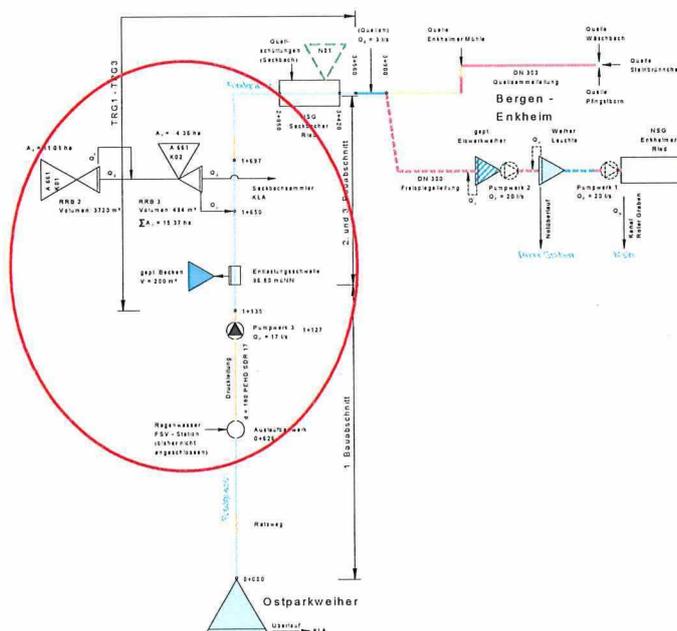


Abbildung 5: Systemskizze Riedgraben (aus /2/)

In der Systemskizze des Riedgrabens sind diverse Planungen eingezeichnet, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Die Skizze soll nur der Verständlichkeit des Systems dienen.

Für diese Studie liegt der interessante Abschnitt in der roten Umrandung. Das RRB 3 entlastet in den Riedgraben, der später am Pumpwerk 3 gehoben werden muss. Das geplante Versickerungsbecken zwischen RRB 3 und Pumpwerk 3 existiert nicht.

Unabhängig von der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Riedgrabens liegt mit dem Pumpwerk 3 ein hydraulischer Zwangspunkt vor ( $Q_p = 17$  l/s). Der gesamte am RRB 3 entlastete Abfluss muss somit zusammen mit den weiteren Zuflüssen des Riedgrabens am Pumpwerk 3 gehoben werden.

Berechnungen in /2/ haben gezeigt, dass bei Ansatz eines 10-jährlichen 1-Stundenregen keine Überflutungen im Riedgraben stattfinden. Der Abfluss, der dabei über die Schwelle des RRB 3 (in /2/ mit  $V = 494$  m<sup>3</sup> und  $Q_{Dr} = 161$  l/s mit freiem Abfluss berücksichtigt) entlastet, beträgt maximal rd. 360 l/s, das Entlastungsvolumen bei rd. 510 m<sup>3</sup>.

In dem Schreiben der SEF vom 15.02.2021/3/ wird mit Bezug auf /2/ erläutert, dass der oben genannte Entlastungsabfluss schadlos abgeleitet werden kann und auch ein 20-jährlicher Abfluss nur zu kleinflächigen Überflutungen führt.

Letztlich wird gefordert, dass der Notüberlauf des RRB erst bei Niederschlagsbelastungen  $T_n > 10a$  aktiv werden darf.

Da sowohl die hydraulische Leistungsfähigkeit des Riedgrabens eine Rolle spielt (Abfluss in l/s), als auch die den Abfluss reduzierende Pumpe 3 (Abflussvolumen in  $m^3$ ), kann nicht nur auf einen der beiden Werte geschaut werden.

Mit der Dimensionierung des Beckens auf  $T_n > 10a$  wird der Überflutungssicherheit des Riedgrabens ausreichend Rechnung getragen.

## 2.4 Regendaten

### 2.4.1 Kostra-DWD

Aus dem KOSTRA-DWD 2010R Starkregenatlas wurde die Kachel „Frankfurt am Main“ (Spalte 24 Zeile 67) gewählt. Die Daten finden sich im Anhang 1.

Anhand der KOSTRA-Daten wurden die Jährlichkeiten der Regenereignisse der Niederschlagsschreiber analysiert. Dadurch können extreme Ereignisse gefiltert werden und dementsprechend bewertet werden.

### 2.4.2 Niederschlagsschreiber SEF Übersicht

Von der Stadtentwässerung Frankfurt (SEF) wurden freundlicherweise folgende Niederschlagsdaten zur Verfügung gestellt:

- |                                  |                      |   |
|----------------------------------|----------------------|---|
| • Nr. 4 Im Rosenträger – Lohberg | Stadtteil Bergen     | ab 1961 bis 2018                        |
| • Nr. 7 Homburger Landstraße     | Stadtteil Eckenheim  | ab 1966 bis 2013 u.<br>ab 2015 bis 2018 |
| • Nr. 14 Hanauer Landstraße      | Stadtteil Fechenheim | ab 1995 bis 2018                        |
| • Nr. 15 Volkshaus               | Stadtteil Enkheim    | ab 1995 bis 2018                        |
| • Nr. 17 Vatterstraße            | Stadtteil Riederwald | ab 1997 bis 2018                        |

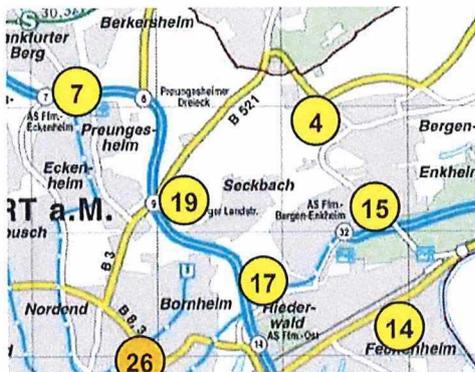


Abbildung 6: Planausschnitt Regenschreiberstandorte der SEF (Plan der SEF)

Die Daten wurden von der SEF nur für interne Zwecke erhoben. Von Seiten der SEF gibt es keine Garantie auf Richtigkeit und Vollständigkeit.

Die Daten lagen in 5-Minuten Zeitschritten vor. Sie wurden in das REG-Format umgewandelt und auf Plausibilität geprüft. Die Prüfung ergab einige Lücken in den Daten von Regenschreiber Nr. 4, v.a. in den Jahren 1961 bis 1965. Hier konnte kein Abgleich mit benachbarten Regenschreibern durchgeführt werden, da Regenschreiber Nr. 7 „erst“ 1966 in Betrieb genommen wurde. Aufgrund von weiteren Lücken wurde der Regenschreiber Nr. 4 bis 1972 mit Daten vom Regenschreiber Nr. 7 aufgefüllt.

### 2.4.3 Niederschlagsschreiber SEF Auswertung

Die Extremereignisse finden meist nur sehr lokal statt. Der Vergleich einiger Ereignisse zeigt sehr unterschiedliche Niederschlagsmengen und -verteilungen an benachbarten Messstellen.

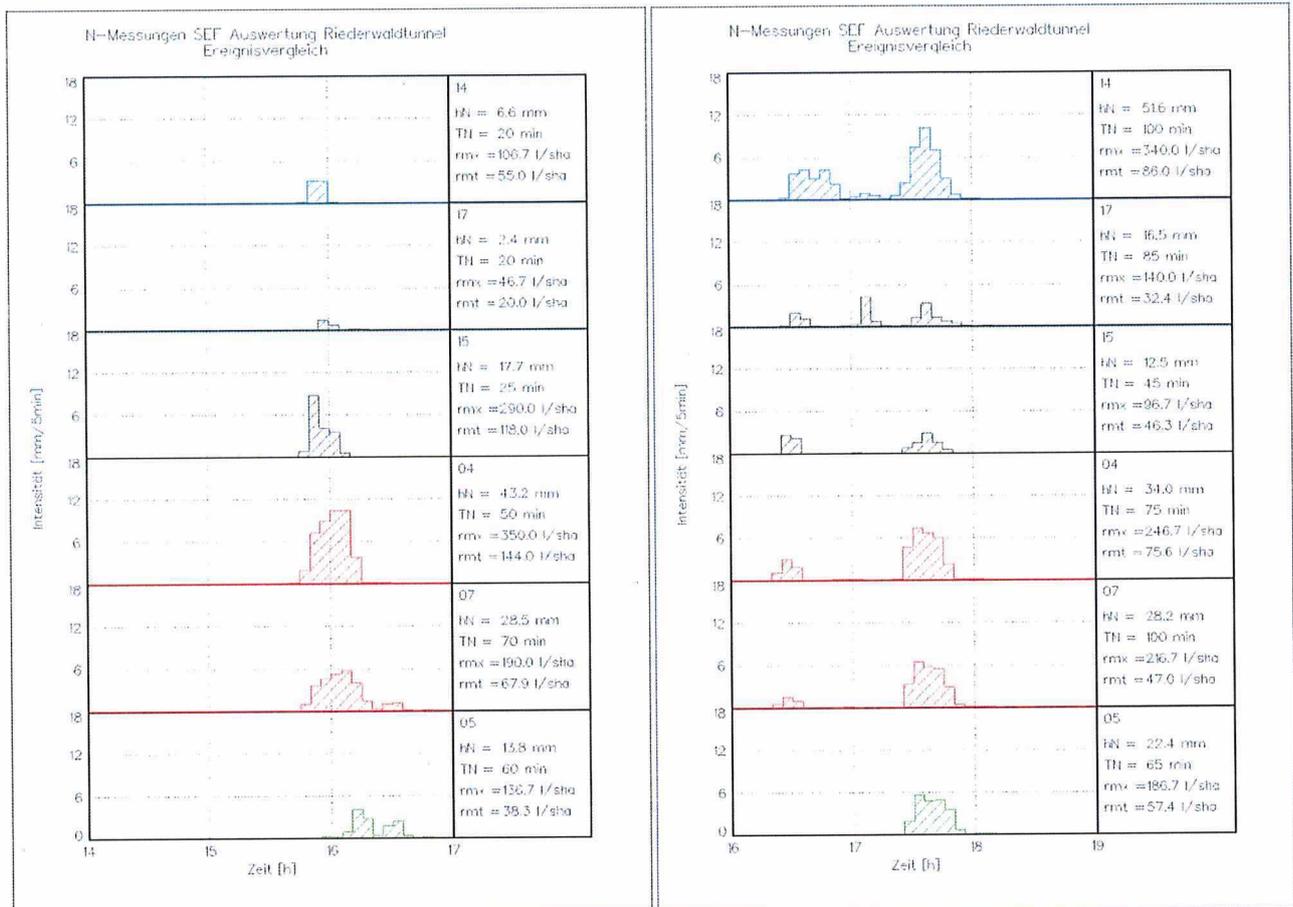


Abbildung 7: Vergleich benachbarter Regenschreiber

Zur Analyse und Bewertung einzelner Regenereignisse erfolgte die Betrachtung der Ereignisse in Zeitschritten. Für die Definition eines Ereignisses wurde eine Mindestregenpause von 60 Minuten und ein Mindestniederschlagsvolumen von 10 mm angesetzt. Die Berechnung lieferte für die einzelnen Ereignisse jeweils für jede Dauerstufe die maximale Niederschlagsspende, die maximale Niederschlagshöhe und das maximale Wiederkehrintervall nach KOSTRA-DWD 2010R.

Beispielhaft wird nachfolgend das Ereignis vom 28.07.2014, gemessen am Niederschlagsschreiber Nr. 4, dargestellt. Das Niederschlagsereignis hatte eine Dauer von 45 Minuten und lieferte rd. 43 mm Niederschlag, wovon der größte Teil innerhalb von 20 Minuten gefallen ist. Es errechnet sich eine KOSTRA-Wiederkehrzeit von rd. 1-mal in 200 Jahren. Wird die gesamte Ereignisdauer (45 Minuten) betrachtet, beträgt die statistische Wiederkehrzeit nach KOSTRA 1-mal in 50 Jahren.

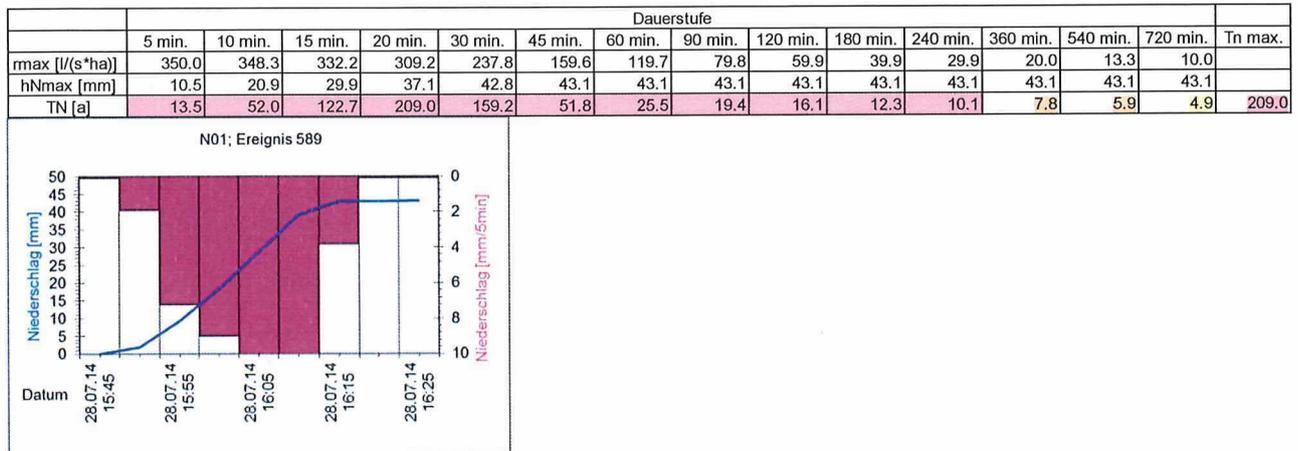


Abbildung 8: Regenschreiber Beispiel Ereignisauswertung

Für die Bemessung eines RRB sind aber nicht zwangsläufig die Dauerstufen mit den höchsten Jährlichkeiten (im Ereignis vom 28.07.2014 die Dauerstufen 15 bis 30 Minuten) relevant, sondern in Abhängigkeit von Drosselabfluss und Volumen oftmals die längeren Dauerstufen.

Um zur Dimensionierung der RRB ein ausreichendes Spektrum an Niederschlägen mit ihren verschiedenen Charakteristika anzuwenden, wurden nach Analyse der Messdaten und Auswertung der Jährlichkeiten und Intensitäten der Niederschlagschreiber Nr. 4 ausgewählt. Die Gründe dafür waren u.a.:

- die Datenverfügbarkeit von 53 Jahren,
- die gute Lage zum Projektgebietes,
- eine große Variabilität in den Ereignissen (auch in den höheren Dauerstufen).

Die durchschnittliche Jahresniederschlagshöhe der Reihe liegt bei 634 mm:

## 2.5 Kanalnetzmodell INKA

Zur Anwendung kam das BGS-eigene instationäre Kanalnetzprogramm INKA. Es berechnet Abflüsse und Wasserstände in Kanalisationsnetzen auf der Grundlage der Differentialgleichungen von SAINT-VENANT. Zur numerischen Berechnung werden die Differentialgleichungen in Differenzgleichungen überführt und diese mit einem impliziten Verfahren gelöst. Dabei werden für alle Berechnungzeitpunkte für alle Haltungen die gekoppelten Kontinuitäts- und Energiegleichungen erfüllt. Die hydraulisch korrekte Erfassung von Netzverzweigungen, von besonderen Fließzuständen wie Rückstau, Fließumkehr, schießender Abfluss sowie von Sonderbauwerken (Regenüberläufe, Rückhaltebecken, usw.) gehören zum Standard des Programms.

### 3 BERECHNUNGEN

#### 3.1 Anmerkungen

Es wurden Berechnungen mit dem lokalen Regenschreiber Frankfurt Lohberg durchgeführt. Die Regenreihe umfasst eine Dauer von 53 Jahren. Als Vorgabe für den RRB 3 wurde eine 10-jährige Sicherheit gegen ein Überlaufen in den Riedbach vorgegeben, um den Riedbach nicht zu überlasten.

Werden die Berechnungsergebnisse mit der 53-jährigen Regenreihe nach der Größe (z.B. Entlastungsvolumen) sortiert, entspricht der 5.-höchsten Wert in etwa einem 10-jährlichen Ereignis. Für dieses sollte noch keine Entlastung stattfinden. Es wurden Langzeitserienberechnungen mit den nach Kap. 2.4.3 ermittelten Ereignissen durchgeführt.

Das RRB 3 hat nach derzeitigem Planungsstand ein Volumen von 875 m<sup>3</sup> bis zur Schwellenoberkante des Notüberlaufs. Je nach Einstauhöhe des Beckens kann in den zulaufenden Kanälen Volumen aktiviert werden. In den folgenden Berechnungen und Auswertungen wird aber immer nur das eingestaute Beckenvolumen ausgewiesen, ggfs. inklusive eines Beckenvolumenanteils oberhalb der Schwelle.

#### 3.2 Berechnung mit freiem Auslass und Q<sub>Dr</sub> = 300 l/s

Es wurde zum Vergleich eine Variante mit den bisherigen Dimensionierungsangaben für das RRB 3 gerechnet. Die Ansätze für das Becken lauteten:

- V = 875 m<sup>3</sup> bis zum Notüberlauf
- Q<sub>Dr</sub> = 300 l/s
- Untere Randbedingung: Freier Drosselabfluss

Es wurde für 9 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen. Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 1: Berechnungsergebnisse RRB 3 Q<sub>Dr</sub> = 300 l/s mit freiem Abfluss

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	Q <sub>Dr</sub> =300 l/s	V=875 cbm		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Q <sub>max</sub> [l/s]
1	28.07.2014	996	9.2	501	683
2	24.08.1984	961	4.2	488	425
3	25.08.2014	958	2.0	339	224
4	09.08.1981	923	15.1	324	106
5	23.07.2004	921	29.0	323	412
6	12.06.2016	908	43.5	172	189
7	10.07.2014	902	3.3	50	81
8	07.06.2018	899	2.2	46	74
9	14.07.1994	894	12.1	28	53

Das 5. Ereignis entspricht ungefähr einem 10-jährlichen Regenereignis. Für eine 10-jährliche Sicherheit bis zum Anspringen des Notüberlaufs ist ein zusätzliches Volumen von rd. 325 m<sup>3</sup> erforderlich.

### 3.3 Berechnung mit freiem Auslass und Q<sub>Dr</sub> = 167 l/s

Mit der aktuell vorgegebenen Drosselabgabe und unterstelltem rückstaufreiem Abfluss lauten die Ansätze für das Becken:

- $V = 875 \text{ m}^3$  bis zum Notüberlauf
- $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$
- Untere Randbedingung: Freier Drosselabfluss

Es wurde für 17 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen. Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 2: Berechnungsergebnisse RRB 3  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  mit freiem Abfluss

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	Q <sub>Dr</sub> =167 l/s	V=875 cbm		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Q <sub>max</sub> [l/s]
1	09.08.1981	939	43.5	2522	271
2	25.08.2014	939	29	1316	354
3	24.08.1984	985	4.2	938	603
4	08.07.2014	912	39.2	800	125
5	28.07.2014	1018	9.2	747	855
6	23.07.2004	983	2	592	586
7	12.06.2016	950	15.1	576	406
8	07.06.2018	940	2.2	312	293
9	10.07.2014	938	3.3	311	282
10	14.08.1969	932	20.2	263	243
11	14.07.1994	939	12.1	208	292
12	29.07.2014	913	16.6	123	181
13	16.06.1970	904	3.7	121	168
14	30.05.2008	903	2.2	99	123
15	16.06.1966	903	2.2	70	91
16	13.08.2014	879	3.8	18	27
17	15.06.1968	872	8.1	2	8

Das 5. Ereignis entspricht ungefähr einem 10-jährlichen Regenereignis. Für eine 10-jährliche Sicherheit bis zum Anspringen des Notüberlaufs ist ein zusätzliches Volumen von rd.  $750 \text{ m}^3$  erforderlich.

Ein freier Auslass kann hier nur unterstellt werden, wenn der Drosselabfluss mit Pumpen in das weiterführende Kanalsystem gefördert (hier buchstäblich gedrückt) wird.

### 3.4 Berechnungen mit und ohne Rückstauklappe

Der folgende Längsschnitt zeigt für 2 Ereignisse (25.04.2014 und 24.08.1984) die maximalen Rückstauhöhen im weiterführenden Kanalsystem. Es ist zu erkennen, dass das Extremereignis vom 24.08.1984 zu Rückfluss in das Becken führen würde, wenn keine Rückstauklappe installiert wäre.

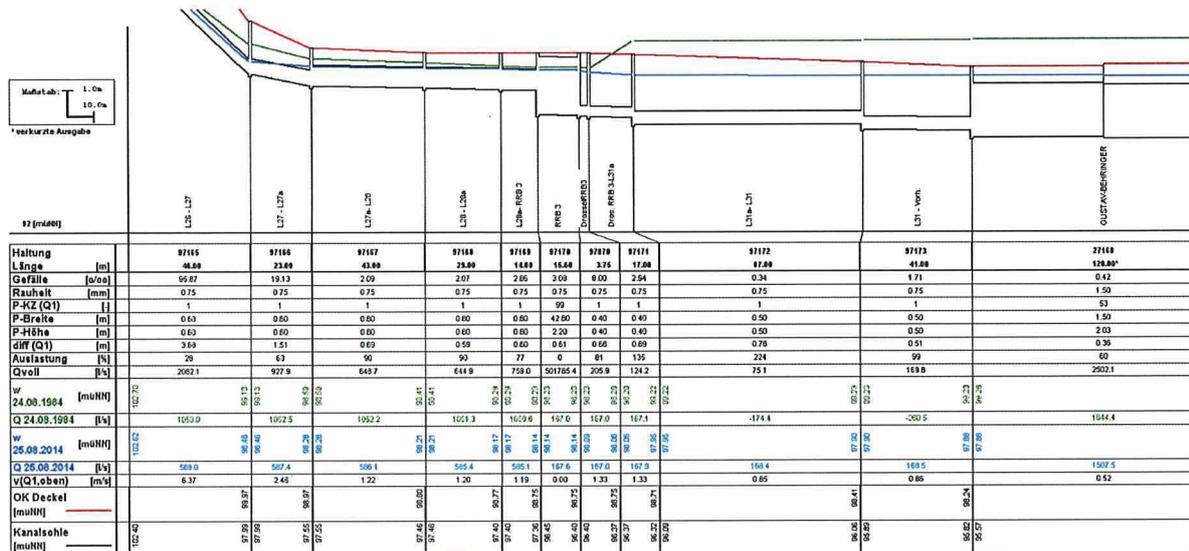


Abbildung 9: Längsschnitt durch RRB 3 mit Drosselhaltungen

Es wurden diverse Berechnungen mit und ohne Rückstauklappe zwischen RRB 3 und dem Kanalsystem der SEF durchgeführt.

Der Vergleich am Beispiel des Niederschlagsereignisses vom 24.08.1984 im RRB 3 (Drossel) zeigt deutlich den Rückfluss aus dem Kanalsystem der SEF in das RRB aufgrund der sehr hohen Wasserstände im Kanalsystem (braune Linie: Abfluss, bzw. Rückfluss bei negativen Werten).

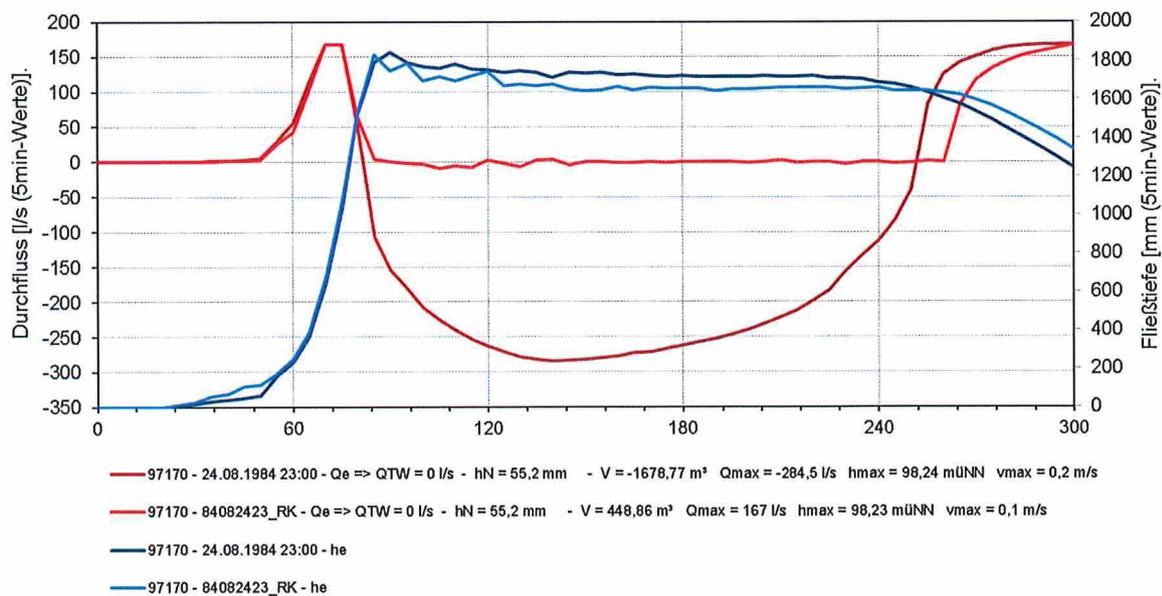


Abbildung 10: Ganglinienvergleich RRB 3 / Drossel mit / ohne Rückstauklappe

Der Wasserspiegel im Kanalnetz liegt zeitweise höher als die Notüberlaufschwelle des RRB 3, so dass dort Wasser aus dem System der SEF entlastet wird. Mit Rückstauklappe findet zwischen den Zeitschritten 85 und 260 kein Abfluss mehr statt, aber auch kein Rückfluss (rote Line: Abfluss aus RRB 3 mit Rückstauklappe). Wenn der Wasserspiegel im Becken über dem Wert 1600 mm (Höhe des Beckens bis zur Notüberlaufschwelle im Berechnungsprogramm) liegt, dann findet eine Entlastung statt.

Der Wasserspiegel im Becken liegt für die Berechnung mit Rückstauklappe (hellblaue Linie) im Mittel natürlich niedriger als ohne Rückstauklappe mit Rückfluss (dunkelblaue Linie), der zusätzlich über die Schwelle entlastet wird.

Das Beispiel in Abbildung 10 verdeutlicht sehr gut den Einfluss des ausgelasteten Kanalsystems auf die Drosselleistung des RRB 3. In Bezug auf die Entlastungswassermengen und -abflüsse lässt sich das für obiges Beispiel sehr deutlich quantifizieren:

Tabelle 3: Vergleich der Entlastungsabflüsse ohne / mit Rückstauklappe (RK) am 28.08.1984

		ohne RK	mit RK
Entlastungsvolumen	[m <sup>3</sup> ]	4180	2025
max. Entl.-Abfluss	[l/s]	745	810
mittlerer Entl.-Abfl. (3h)	[l/s]	386	187

Die Entlastungsabflüsse und Überfallhöhen sind in der folgenden Ganglinie gut zu vergleichen:

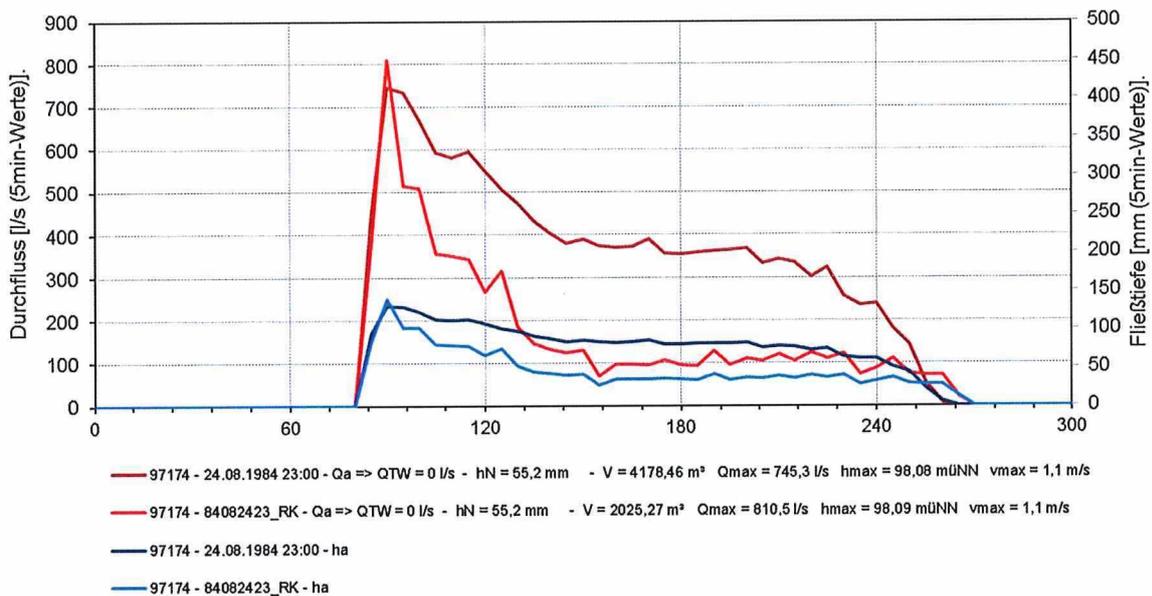


Abbildung 11: Ganglinienvergleich RRB 3 / Notüberlauf (RRB mit / ohne Rückstauklappe)

Bis auf die Spitze am Anfang, liegt der Entlastungsabfluss bei der Berechnung mit Rückstauklappe (rot) deutlich unterhalb des Abflusses bei der Berechnung ohne Rückstauklappe (braun).

Dieses Bild zeigt sich bei fast allen (rückstaubelasteten) Ereignissen in der Berechnung. Es wird dringend empfohlen eine Rückstausicherung einzubauen.

### 3.5 Berechnung mit Drosselrückstau und $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$

Mit der aktuell vorgegebenen Drosselabgabe und ereignisabhängigen Rückstau in der Drossel wurde für 9 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen. Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 4: Berechnungsergebnisse RRB 3  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  mit Rückstau

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	$Q_{Dr}=167 \text{ l/s}$	$V=875 \text{ cbm}$		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.- $Q_{max}$ [l/s]
1	09.08.1981	947	47.7	2708	340
2	24.08.1984	1001	4.2	2025	810
3	12.06.2016	981	16.8	1553	590
4	25.08.2014	964	32.1	1308	440
5	08.07.2014	929	39.2	1230	237
6	28.07.2014	1083	9.2	1197	807
7	23.07.2004	972	2	998	714
8	10.07.2014	950	3.3	997	345
9	14.08.1969	955	20.2	905	417
10	15.08.2014	941	42.2	858	260
11	07.06.2018	949	2.2	701	349
12	14.07.1994	941	12.1	456	322
13	16.06.1970	928	3.7	444	274
14	30.05.2008	923	2.2	433	222
15	29.07.2014	938	16.6	427	260
16	13.08.2014	931	5.2	402	235
17	15.06.1968	932	8.1	339	198
18	16.06.1966	914	2.2	320	198
19	18.07.1994	905	19	202	117
20	24.08.1994	905	2.9	158	121
21	07.08.1994	904	12.3	131	134
22	22.06.1989	905	4.8	112	82
23	29.05.2016	879	14	9	22
24	14.06.1966	882	14.8	6	15

Das 5. Ereignis entspricht ungefähr einem 10-jährlichen Regenereignis. Für eine 10-jährliche Sicherheit bis zum Anspringen des Notüberlaufs ist ein zusätzliches Volumen von rd.  $1230 \text{ m}^3$  erforderlich

Berechnungen mit einem maximalen Drosselabfluss von  $300 \text{ l/s}$  mit Rückstau im Kanalnetz haben keine nennenswerten Verbesserungen im Vergleich zu den Berechnungen mit dem vorgegebenen Drosselabfluss  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  ergeben.

### 3.6 Berechnung mit Drosselrückstau, Q<sub>Dr</sub> = 167 l/s und Umbau Seckbachsammler

Durch den Umbau des Seckbachsammlers aufgrund des Riederwaldtunnels reduzieren sich die Wasserspiegel im Kanalsystem der SEF geringfügig, wodurch der Rückstauereffekt auf das RRB 3 etwas reduziert wird. Die Entlastungswassermengen des RRB3 reduzieren sich bei den 10 höchsten Ereignissen dadurch im Vergleich zu Kap. 3.5 je nach Ereignis um rd. 5 – 20%, bei den „kleineren“ Ereignissen letztlich bis zu 100%, wenn im Vergleich zu Kap. 3.5 keine Entlastung mehr stattfindet. Ebenso fallen die maximalen Entlastungsabflüsse niedriger aus.

Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse RRB 3 (Q<sub>Dr</sub> = 167 l/s mit Rückstau, Umbau Seckbachsammler)

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	Q <sub>Dr</sub> =167 l/s	V=875 cbm		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Q <sub>max</sub> [l/s]
1	09.08.1981	938	48.2	2327	289
2	24.08.1984	970	4.2	1723	611
3	12.06.2016	964	16.8	1396	591
4	25.08.2014	959	32.1	1220	414
5	08.07.2014	934	39.2	1119	245
6	28.07.2014	1030	9.2	1057	808
7	23.07.2004	966	2	944	666
8	10.07.2014	955	3.3	808	341
9	14.08.1969	950	20.2	764	408
10	07.06.2018	938	2.2	588	369
11	15.08.2014	931	42.2	572	250
12	14.07.1994	934	12.1	391	300
13	29.07.2014	928	16.6	354	251
14	30.05.2008	922	2.2	337	244
15	16.06.1970	929	3.7	336	206
16	13.08.2014	927	5.2	325	212
17	16.06.1966	920	2.2	237	191
18	15.06.1968	920	8.1	165	178
19	18.07.1994	899	19	82	116
20	24.08.1994	905	2.9	80	74
21	22.06.1989	891	4.8	41	84
22	07.08.1994	836	12.3	0	0
23	08.08.1999	794	2.6	0	0
24	29.05.2016	772	14	0	0

Der umgebaute Seckbachsammler ist für die Planung des RRB 3 der maßgebende Zustand. Der Umbau des Seckbachsammlers startet zeitnah und wird im gleichen Zeitrahmen fertiggestellt sein wie das RRB 3.

### 3.7 Berechnung mit Drosselrückstau und $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ und $V_{RRB} = 2000 \text{ m}^3$

Das RRB 3 wurde für die Berechnung um  $1125 \text{ m}^3$  auf  $V = 2000 \text{ m}^3$  vergrößert. Mit der Drosselabgabe  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  und ereignisabhängigen Rückstau in der Drossel wurde für 7 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen.

Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  mit Rückstau,  $V = 2000 \text{ m}^3$ )

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	$Q_{Dr}=167 \text{ l/s}$	$V=2000 \text{ cbm}$		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Qmax [l/s]
1	09.08.1981	2162	48.4	2306	334
2	24.08.1984	2117	4.1	1123	260
3	25.08.2014	2176	32	755	375
4	12.06.2016	2099	15.9	725	215
5	28.07.2014	2050	9.2	246	74
6	23.07.2004	1970	2	138	210
7	10.07.2014	2014	3.3	121	275
8	08.07.2014	1923	39.2	0	0
9	29.07.2014	1573	16.5	0	0
10	13.08.2014	1554	5	0	0

Das 5. Ereignis entspricht ungefähr einem 10-jährlichen Regenereignis. Hier wird eine 10-jährliche Sicherheit noch nicht ganz erreicht, aber eine deutliche Verbesserung zu Kap. 3.5. Vor allem die Entlastungsspitzen wurden (auch für die selteneren Ereignisse) deutlich reduziert.

### 3.8 Berechnung mit Drosselrückstau, $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ , $V_{RRB} = 2000 \text{ m}^3$ und Umbau Seckbachsammler

Das RRB 3 wurde wie in Kap. 3.7 für die Berechnung um  $1125 \text{ m}^3$  auf  $V = 2000 \text{ m}^3$  vergrößert. Durch den Umbau des Seckbachsammlers aufgrund des Riederwaldtunnels reduzieren sich die Wasserspiegel im Kanalsystem der SEF geringfügig, wodurch der Rückstauereffekt auf das RRB 3 etwas reduziert wird.

Mit der Drosselabgabe  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  und ereignisabhängigen Rückstau in der Drossel wurde für 6 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen, wobei bei den Ereignissen 5 und 6 nur ein sehr geringer Überlauf stattfindet.

Die maximalen Entlastungsabflüsse fallen deutlich niedriger aus als in der Variante mit  $V = 875 \text{ m}^3$ .

Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 7: Ergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  mit Rückstau,  $V = 2000 \text{ m}^3$ , Umbau Seckbachsammler)

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	$Q_{dr}=167 \text{ l/s}$	$V=2000 \text{ cbm}$		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Qmax [l/s]
1	09.08.1981	2138	48.3	1960	264
2	24.08.1984	2091	4.1	654	199
3	25.08.2014	2152	32	630	305
4	12.06.2016	2073	15.9	404	147
5	15.08.2014	2046	42.1	65	54
6	28.07.2014	1986	9.2	46	153
7	23.07.2004	1886	2	0	0
8	14.08.1969	1778	20.2	0	0
9	07.06.2018	1615	2.2	0	0
10	10.07.2014	1816	3.3	0	0

Rechnerisch ist somit ein Volumen von rd.  $2070 \text{ m}^3$  erforderlich, um eine Wahrscheinlichkeit von  $T_n > 10a$  gegen Überlaufen des RRB 3 zu erlangen. Dadurch würden nur die 4 größten Ereignisse zum Überlaufen in die Riedgraben führen.

Aufgrund der deutlich verringerten Entlastungsvolumina, der deutlich reduzierten maximalen Entlastungsabflüsse sowie der auf der „sicheren Seite“ liegenden Ansätze (gleichmäßige Überregnung, keine Verdunstungsverluste), wird als Gesamtvolumen für das RRB 3 ein Volumen von  $2000 \text{ m}^3$  für ausreichend erachtet.

### 3.9 Berechnung mit Drosselrückstau, $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$ , Planung mit 2 Becken

Um das Volumen von rd.  $2.000 \text{ m}^3$  realisieren zu können, wurde das Volumen auf 2 Becken unter der Autobahnbrücke verteilt. Die Werte für die Berechnung wurden dem ausschnittsweise in Abbildung 12 dargestellten Plan entnommen

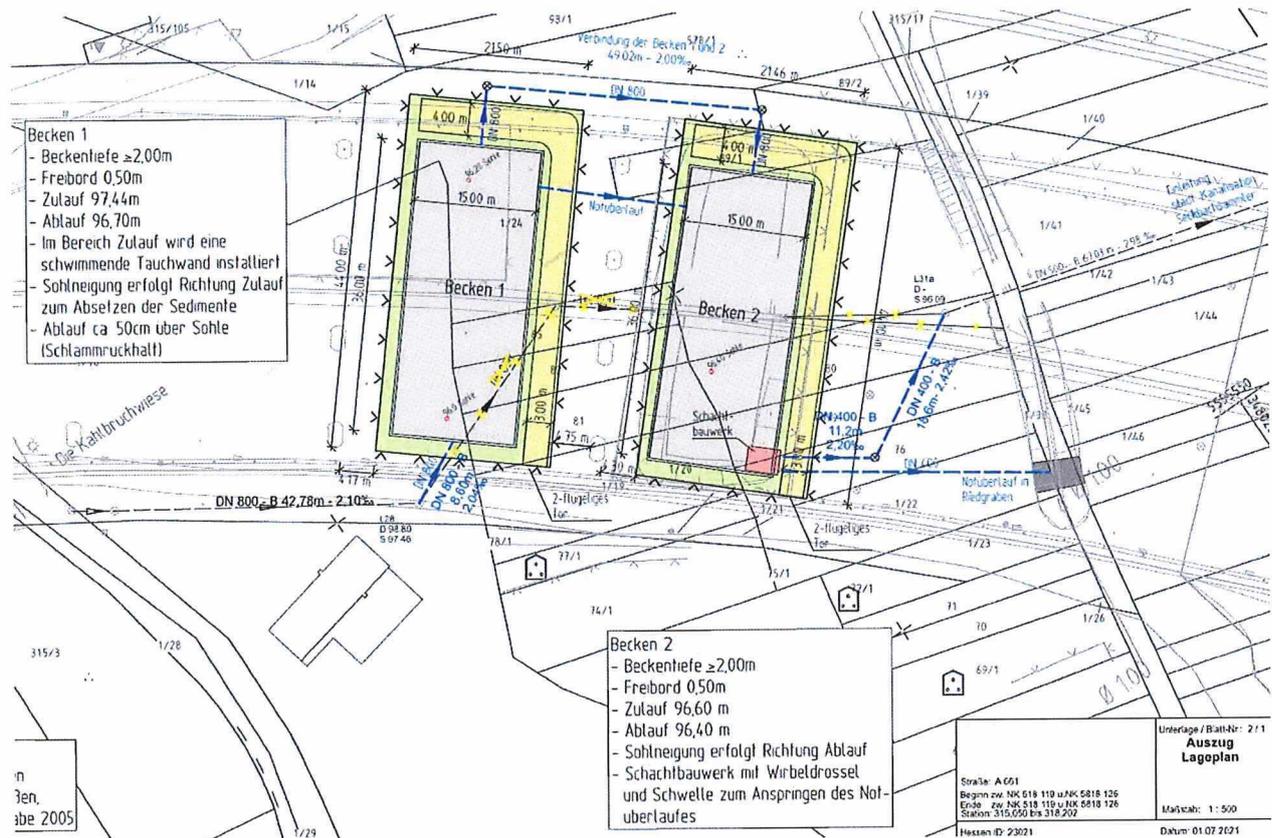


Abbildung 12: Lageplan RRB 3, Planung mit 2 Becken

Der Überlauf des 2. Beckens wurde bei einer Höhe von  $98,40 \text{ m}\text{üNHN}$  angesetzt, also 2 Meter über der Sohle in diesem Bereich. Bei dieser Höhe wird in Becken 2 bei Anspringen des Überlaufs rd.  $1026 \text{ m}^3$  Volumen aktiviert. In Becken 1 sind es rd.  $1.160 \text{ m}^3$ , wovon allerdings ein Teil im Dauerstau ist, so dass letztlich ein Volumen von  $918 \text{ m}^3$  für die Speicherung vorhanden ist. In Summe sind das bei den verwendeten Höhen rd.  $1.945 \text{ m}^3$ . Entscheidend für die Einstauhöhe beider Becken ist die Schwellenhöhe am Becken 2. Die Verbindung DN 800 zwischen den Becken ist hydraulisch ausreichend, der Notüberlauf zwischen den Becken dient der zusätzlichen Sicherheit.

In dieser Berechnung wurde der umgebaute Seckbachsammler berücksichtigt.

Mit der Drosselabgabe  $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  und ereignisabhängigen Rückstau in der Drossel wurde für 8 Ereignisse eine Entlastung am RRB 3 ausgewiesen, wobei bei den Ereignissen 6 bis 8 nur ein sehr geringer Überlauf stattfindet.

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse des Becken 2, in dem die Entlastung stattfindet abgebildet. Becken 1 ist zu dem Zeitpunkt der Entlastung ebenso vollgefüllt. Nach dem Entlastungsvolumen sortiert wurden folgende Werte berechnet:

Tabelle 8: Ergebnisse RRB 3 ( $Q_{Dr} = 167 \text{ l/s}$  mit Rückstau,  $V = 2000 \text{ m}^3$ , Umbau Seckbachsammler)

LZSS	Regenreihe 4 (53a)	$Q_{Dr}=167 \text{ l/s}$	$V=875 \text{ cbm}$		
Lfd. Nr.	RRB 3 Datum	Einstau-Vol. [cbm]	Einstaudauer [h]	Entl.-Vol. [cbm]	Entl.-Qmax [l/s]
1	09.08.1981	1199	41,8	1955	247
2	24.08.1984	1168	4,0	1026	181
3	25.08.2014	1139	14,3	638	153
4	12.06.2016	1172	28,1	416	197
5	15.08.2014	1101	9,1	182	56
6	28.07.2014	1081	2,0	33	25
7	23.07.2004	1071	28,2	13	16
8	14.08.1969	1068	3,2	8	11
9	07.06.2018	1037	15,6	0	0
10	10.07.2014	942	2,2	0	0

Rechnerisch entlasten 8 Ereignisse in den Riedgraben, wobei die Ereignisse 6 bis 8 so gering ausfallen, dass hiervon keine wirkliche Belastung des Gewässers ausgeht. Auch hält sich die hydraulische Belastung bei den „größten“ Entlastungsereignissen in Grenzen. Es werden maximal  $250 \text{ l/s}$  ( $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ ) eingeleitet. Die Ergebnisse zeigen, dass eine 10-jährliche Sicherheit gegeben ist (unter Vernachlässigung der 3 rechnerischen, geringen Ereignisse 6 bis 8).

Aufgrund der deutlich verringerten Entlastungsvolumina, der deutlich reduzierten maximalen Entlastungsabflüsse sowie der auf der „sicheren Seite“ liegenden Ansätze (gleichmäßige Überregnung, keine Verdunstungsverluste), wird die aktuelle Planung für das RRB 3, bestehend aus 2 aufeinanderfolgenden Becken, für ausreichend erachtet.

Bezüglich der Reinigungsleistung / Absetzwirkung der Becken wurde die Oberflächenbeschickung und die horizontale Fließgeschwindigkeit berechnet. Dafür wurde der maximale Durchfluss während eines Entlastungsereignisses betrachtet ( $167 \text{ l/s} + 250 \text{ l/s} = 417 \text{ l/s}$ ). Es wurde nur ein Becken betrachtet, das zweite Becken hat somit eine weitere Reinigungswirkung.

Tabelle 9: Oberflächenbeschickung (1 Becken) und horizontale Fließgeschwindigkeit:

Oberflächenbeschickung $q_A$			DLB	rechteckig	
B	15 m	Qkrit,maßg.	417 l/s		
L	36 m	Oberfläche	540 m <sup>2</sup>		
O	540 m <sup>2</sup>	$q_A$	2,78 m/h	<<	10 m/h
horiz. Fließgeschwindigkeit $v_h$					
B	15 m	Qkrit,maßg.	417 l/s		
H	2 m	A	30 m <sup>2</sup>		
A	30 m <sup>2</sup>	$v_h$	0,0139 m/s	<<	0,05 m/s

Aufgrund der geringen Oberflächenbeschickung und der geringen Fließgeschwindigkeit - selbst bei dem größten Durchfluss - ist von einer guten Absetzwirkung auszugehen.

## 4 FAZIT

Das RRB 3 ist aufgrund geänderter Randbedingungen nicht ausreichend groß dimensioniert. Die Reduzierung des „Nenn“-Drosselabflusses von 300 l/s auf 167 l/s ist bereits eine deutliche Reduzierung. Hinzu kommt aber, dass das nachfolgende Kanalsystem stark ausgelastet ist und es aufgrund der hohen Wasserstände im Kanal zu Rückstaubeeinträchtigungen der Drossel des RRB 3 kommt. Ohne Rückstauklappe käme es bei einigen Ereignissen zu Rückfluss durch die Drossel mit anschließender Entlastung des Mischwassers über den Notüberlauf des RRB. Die Rückstauklappe verhindert den Rückfluss, aber je nach Wasserspiegel im Kanal sinkt der Drosselabfluss des RRB 3 temporär auf Null. Die Entlastung über den Notüberlauf wird in den Riedgraben abgeleitet.

Da auch der Riedgraben, der stromab von einem Pumpwerk gehoben werden muss, v.a. in den letzten Jahren einige Überflutungsprobleme aufzuweisen hatte, muss ebenso die Einleitung in den Riedgraben begrenzt werden. Es wird gefordert, dass das RRB 3 ein 10-jährliches Regenereignis aufnehmen können muss, bevor der Notüberlauf anspringt.

Die Berechnungen mit dem heutigen angrenzenden Kanalsystem weisen aus, dass ein zusätzliches Volumen von 1250 m<sup>3</sup> erforderlich wird, um die vorgegebenen Randbedingungen zu erfüllen. Das zusätzliche Volumen führt zu einer deutlichen Reduzierung des Entlastungsvolumens und der Abflussspitzen.

Bei der Unterstellung eines freien Auslaufs des RRB 3, z.B. realisierbar mit einem Pumpwerk für den Drosselabfluss, wird ein zusätzliches Volumen von 750 m<sup>3</sup> erforderlich.

Der zukünftige Umbau des Seckbachsammlers aufgrund der Baumaßnahme Riederwaldtunnel führt zu leichten Verbesserungen der Rückstausituation im Ablauf des RRB 3. Die berechneten Entlastungswassermengen reduzieren sich im Vergleich zum IST-Zustand um rd. 10 – 20%. Für diesen zukünftigen Zustand wird am RRB 3 ein zusätzliches Volumen von 1.150 m<sup>3</sup> erforderlich.

Nach Vorstellung der vorab aufgezählten Berechnungsvarianten, wurde eine Neuplanung des RRB 3 angestoßen. Das erforderliche Volumen soll nun in 2 aufeinanderfolgenden Becken realisiert werden. Die Berechnung mit den 2 Becken ergab unkritische Ergebnisse, sowohl für die Hydraulik der Becken, als auch für die Belastung des Riedgrabens. Die Reinigungsleistung / Absetzwirkung der Becken ist aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit und Oberflächenbeschickung sehr gut.

Die Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung der Becken und der hydraulischen Belastungen des Riedgrabens weisen nach, dass die aktuelle Planung mit 2 Becken so umgesetzt werden kann.

Anhang 1 KOSTRA DWD 2010R



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach  
 KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 24, Zeile 67  
 Ortsname : Frankfurt am Main (HE)  
 Bemerkung :  
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	5,3	7,0	8,1	9,4	11,2	12,9	14,0	15,3	17,1
10 min	8,2	10,7	12,2	14,0	16,5	19,0	20,4	22,2	24,7
15 min	10,1	13,1	14,9	17,1	20,2	23,2	24,9	27,2	30,2
20 min	11,4	14,9	16,9	19,5	23,0	26,4	28,5	31,0	34,5
30 min	13,1	17,3	19,8	22,9	27,2	31,4	33,9	37,0	41,2
45 min	14,6	19,7	22,7	26,5	31,7	36,8	39,9	43,7	48,8
60 min	15,4	21,3	24,8	29,2	35,1	41,0	44,5	48,9	54,8
90 min	16,8	22,9	26,5	31,1	37,2	43,4	47,0	51,5	57,6
2 h	17,8	24,2	27,9	32,5	38,8	45,1	48,8	53,5	59,8
3 h	19,5	26,0	29,8	34,7	41,2	47,7	51,6	56,4	62,9
4 h	20,7	27,4	31,3	36,3	43,0	49,7	53,6	58,6	65,3
6 h	22,6	29,5	33,6	38,7	45,7	52,7	56,7	61,9	68,8
9 h	24,6	31,8	36,0	41,4	48,6	55,8	60,0	65,4	72,6
12 h	26,1	33,6	37,9	43,4	50,8	58,2	62,5	68,0	75,4
18 h	28,5	36,2	40,7	46,3	54,0	61,7	66,2	71,9	79,6
24 h	30,3	38,2	42,8	48,6	56,5	64,4	69,0	74,8	82,7
48 h	36,6	47,0	53,1	60,8	71,3	81,7	87,8	95,5	105,9
72 h	40,9	52,8	59,8	68,6	80,5	92,4	99,4	108,2	120,1

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	10,10	15,40	30,30	40,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	30,20	54,80	82,70	120,10

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.



## KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

### Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 24, Zeile 67  
 Ortsname : Frankfurt am Main (HE)  
 Bemerkung :  
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	175,6	234,7	269,3	312,9	372,1	431,2	465,8	509,4	568,6
10 min	136,9	178,3	202,6	233,1	274,5	315,9	340,1	370,6	412,1
15 min	112,2	145,8	165,5	190,3	223,9	257,5	277,2	301,9	335,6
20 min	95,1	124,1	141,0	162,4	191,4	220,4	237,3	258,7	287,7
30 min	72,8	96,4	110,1	127,5	151,0	174,5	188,3	205,6	229,2
45 min	53,9	73,0	84,2	98,2	117,3	136,4	147,6	161,7	180,8
60 min	42,8	59,3	68,9	81,0	97,5	114,0	123,6	135,7	152,2
90 min	31,1	42,5	49,1	57,5	68,9	80,3	87,0	95,4	106,8
2 h	24,8	33,6	38,7	45,1	53,9	62,7	67,8	74,3	83,0
3 h	18,0	24,1	27,6	32,1	38,1	44,2	47,8	52,2	58,3
4 h	14,4	19,0	21,8	25,2	29,9	34,5	37,3	40,7	45,4
6 h	10,4	13,7	15,6	17,9	21,2	24,4	26,3	28,6	31,9
9 h	7,6	9,8	11,1	12,8	15,0	17,2	18,5	20,2	22,4
12 h	6,1	7,8	8,8	10,0	11,8	13,5	14,5	15,7	17,4
18 h	4,4	5,6	6,3	7,2	8,3	9,5	10,2	11,1	12,3
24 h	3,5	4,4	5,0	5,6	6,5	7,5	8,0	8,7	9,6
48 h	2,1	2,7	3,1	3,5	4,1	4,7	5,1	5,5	6,1
72 h	1,6	2,0	2,3	2,6	3,1	3,6	3,8	4,2	4,6

## Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet  
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen  
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	10,10	15,40	30,30	40,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	30,20	54,80	82,70	120,10

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei  $1 a \leq T \leq 5 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 10 \%$ ,
- bei  $5 a < T \leq 50 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 15 \%$ ,
- bei  $50 a < T \leq 100 a$  ein Toleranzbetrag von  $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

## Anhang 2 Regenreihen Monatswerte

### Regenreihe 4

1966-2018 einzelne Jahre durch F-EH ersetzt

Niederschlagshöhe in [mm]													
Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Summe
1966	39.27	20.98	26.80	30.54	9.30	149.44	96.11	57.84	39.25	75.65	84.52	76.37	706.07
1967	17.02	48.95	33.24	44.36	81.06	29.23	41.80	62.86	88.25	83.17	47.19	77.82	654.94
1968	56.31	53.23	40.83	55.74	48.35	121.59	45.44	173.08	57.70	39.01	19.73	29.70	740.71
1969	29.90	44.27	57.43	48.25	70.66	63.03	43.29	128.07	15.03	4.73	54.58	14.42	573.64
1970	56.86	98.46	43.33	61.22	55.80	108.85	82.43	30.45	71.87	25.30	99.59	51.74	785.90
1971	41.55	10.36	13.66	4.27	38.65	117.94	9.08	53.14	17.98	21.78	79.48	13.42	421.31
1972	18.94	6.80	0.00	3.46	61.92	78.72	54.82	82.05	24.61	0.00	77.77	11.88	420.97
1973	18.74	19.74	4.95	27.30	55.22	8.28	89.46	42.53	30.50	68.92	52.14	52.55	470.33
1974	42.63	43.60	52.39	6.60	77.06	51.37	69.20	59.23	42.45	33.04	35.92	73.57	587.06
1975	57.68	4.47	50.55	54.94	35.55	62.00	51.89	64.39	73.42	22.76	41.98	12.64	532.27
1976	45.67	23.25	14.72	21.85	29.65	14.19	58.15	4.17	28.35	21.98	47.58	30.89	340.45
1977	51.71	107.89	28.23	34.53	23.19	98.18	56.66	116.70	12.44	53.94	75.45	44.69	703.61
1978	23.60	25.46	70.39	22.08	140.16	58.93	60.31	27.86	45.26	4.31	5.93	45.48	529.77
1979	26.79	16.85	52.03	25.46	30.86	78.88	54.54	36.94	18.93	26.19	78.57	125.04	571.08
1980	42.03	58.35	32.13	35.96	50.73	63.33	69.12	34.14	25.57	35.51	37.25	49.05	533.17
1981	62.00	10.49	92.66	45.10	75.35	104.28	51.52	156.76	27.68	91.89	44.83	100.49	863.05
1982	46.01	10.67	42.37	31.55	57.73	36.40	43.44	22.15	15.85	146.80	33.29	55.00	541.26
1983	67.60	46.70	39.30	95.80	135.60	19.20	21.00	20.70	87.30	27.80	49.60	37.60	648.20
1984	65.20	61.60	19.30	35.50	131.60	33.30	43.60	107.00	102.50	45.20	41.10	34.90	720.80
1985	31.62	28.68	38.78	34.43	76.67	94.83	60.27	53.91	40.04	18.32	50.14	21.25	548.93
1986	66.10	7.51	86.03	50.37	45.05	55.79	66.03	24.72	67.99	83.60	34.24	58.78	646.19
1987	23.92	49.84	79.50	8.52	66.00	92.33	84.39	39.28	61.97	56.82	46.84	36.71	646.11
1988	74.40	56.10	89.40	22.20	21.50	36.01	72.60	15.30	42.30	69.50	30.00	66.50	595.81
1989	21.00	41.50	61.90	69.40	8.90	57.10	63.20	38.60	23.30	51.50	49.30	96.60	582.30
1990	38.20	96.00	17.60	58.90	6.50	85.20	27.60	36.00	79.00	30.30	64.60	61.60	601.50
1991	70.20	25.60	37.90	12.40	11.60	86.30	53.70	1.30	27.00	24.90	51.30	61.40	463.60
1992	28.70	23.40	69.10	37.50	26.40	67.20	48.60	0.00	46.70	58.70	74.20	44.70	525.20
1993	50.10	12.40	7.00	70.40	33.50	27.00	94.10	21.20	89.00	33.80	15.10	119.60	573.20
1994	55.70	14.10	45.60	54.40	59.10	57.80	86.80	95.00	70.30	65.70	36.70	74.50	715.70
1995	151.10	80.40	37.60	25.30	62.20	42.60	59.30	30.70	85.60	23.50	29.60	33.00	660.90
1996	1.80	46.10	14.70	18.00	68.50	41.20	69.20	60.20	39.00	71.90	61.10	24.70	516.40
1997	8.90	75.20	19.60	8.70	49.80	68.60	27.70	21.90	14.40	42.50	58.70	50.70	446.70
1998	49.40	11.60	33.40	78.30	42.20	76.40	83.30	28.70	132.20	163.50	71.70	28.10	798.80
1999	64.50	38.70	48.10	46.90	22.10	42.20	105.00	81.00	44.10	35.60	64.20	112.60	705.00
2000	35.30	73.50	67.40	28.00	46.80	47.00	142.70	55.70	76.60	83.20	65.10	70.70	792.00
2001	100.60	69.20	123.70	50.80	37.20	73.60	43.40	44.90	139.30	69.10	110.00	60.70	922.50
2002	43.90	132.50	43.20	36.10	84.80	25.70	114.10	60.90	66.00	125.80	89.30	87.60	909.90
2003	73.70	12.60	17.00	20.30	65.30	60.50	65.40	26.60	29.50	45.70	43.60	39.60	499.80
2004	85.70	24.00	31.00	17.30	91.00	42.80	103.80	84.90	71.30	56.70	46.20	33.20	687.90
2005	42.20	41.60	15.80	79.20	68.00	50.60	57.80	40.80	44.80	39.70	45.30	57.30	583.10
2006	25.10	48.10	73.50	41.50	96.70	21.20	93.30	105.00	27.70	87.40	57.00	37.20	713.70
2007	83.00	66.90	60.60	0.20	92.20	102.30	102.40	84.30	64.70	7.10	41.90	68.90	774.50
2008	37.60	51.10	80.40	83.00	48.20	32.50	45.40	75.90	57.00	69.20	19.40	34.30	634.00
2009	37.30	51.20	53.90	33.30	56.70	76.10	97.40	38.50	41.00	38.70	93.10	78.10	695.30
2010	45.10	47.10	31.60	17.10	126.50	59.60	74.30	102.70	46.30	29.20	63.70	60.40	703.60
2011	49.30	28.80	10.50	17.40	11.10	74.70	76.20	92.00	33.90	29.30	0.40	117.60	541.20
2012	60.50	3.80	10.20	39.90	45.70	104.40	83.20	30.30	36.70	61.80	49.20	69.70	595.40
2013	35.70	30.50	27.40	62.90	95.30	56.70	43.30	45.60	54.90	103.20	58.10	25.00	638.60
2014	55.10	77.00	16.40	36.20	133.20	92.00	312.60	277.60	42.00	99.80	89.80	98.80	1330.50
2015	59.20	20.70	25.40	25.90	12.80	51.80	24.50	57.60	42.20	28.10	58.10	29.10	435.40
2016	61.90	86.00	37.80	73.50	98.60	151.90	62.10	26.80	20.30	49.70	46.20	11.50	726.30
2017	20.80	24.50	56.60	16.60	104.30	33.80	107.40	97.20	68.00	36.50	77.00	84.10	726.80
2018	79.10	11.80	40.20	64.10	32.50	81.10	20.90	10.80	33.30	10.50	32.40	90.70	507.40
Mittel	48.61	41.89	41.95	38.18	59.54	65.40	70.07	60.11	50.63	51.49	53.40	56.27	637.53

### Anhang 3 Jährlichkeiten der 50 „stärksten“ Ereignisse

Eine ausführliche Dokumentation der Regenereignisse wird als Excel-Liste mitgeliefert.

Maximales Wiederkehrintervall Tn [a] für eine Dauerstufe, bzw. Grundintervall von D = ...															Tn max.	Start
5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	240 min.	360 min.	540 min.	720 min.			
13.54	51.97	122.74	208.99	159.21	51.75	25.47	19.37	16.08	12.29	10.08	7.76	5.89	4.89	208.99	28.07.2014 15:44	
39.42	51.97	58.64	104.02	73.32	37.76	19.93	15.46	12.91	9.94	8.2	6.36	4.86	4.06	104.02	23.07.2004 19:55	
0.4	0.34	0.35	0.44	0.6	0.79	0.92	1.5	2	4.63	7.64	23.74	58.76	99.18	99.18	09.08.1981 17:30	
4.45	8.67	19.14	29.75	43.48	44.51	41.13	46.13	45.14	39.37	34.39	25.58	18.62	15.01	46.13	24.08.1984 23:05	
26.4	26.16	12.46	10.88	7.53	4.15	3.04	2.76	2.72	2.21	1.9	1.55	1.25	1.08	26.4	22.06.1989 17:00	
7.93	7.04	9.14	20.99	25.36	11.61	7.12	5.67	4.86	3.88	3.27	2.62	2.07	1.77	25.36	14.07.1994 17:50	
25.25	3.65	1.73	1.21	0.89	0.73	0.67	0.58	0.53	0.46	0.41	0.35	0.3	0.27	25.25	31.03.1983 12:40	
14.8	21.23	19.6	20.99	24.93	17.52	10.85	8.9	7.54	5.92	4.95	3.91	3.04	2.57	24.93	07.06.2018 14:44	
0.89	1.14	1.53	2.38	5.66	10.55	10.98	15.81	21.63	24.45	22.77	23.39	17.57	14.2	24.45	12.06.2016 05:24	
4.86	9.48	13.71	22.32	24.11	16.36	11.11	11.93	13.2	10.16	8.37	6.49	4.96	4.14	24.11	10.07.2014 19:39	
12.49	17.64	23.21	12.77	7.1	6.12	10.44	11.99	11.51	8.97	7.42	5.77	4.43	3.71	23.21	14.08.1969 18:15	
20.21	19.41	20.56	15.11	14.3	10.13	6.64	5.42	4.65	3.72	3.14	2.52	1.99	1.7	20.56	30.05.2008 19:25	
0.46	0.51	0.49	0.49	0.57	0.91	1.31	1.94	2.6	6.05	16.54	18.61	16.28	13.17	18.61	15.08.2014 07:59	
0.19	0.17	0.18	0.21	0.26	0.36	0.45	0.65	0.84	1.37	1.92	3.91	7.86	17.27	17.27	08.07.2014 20:39	
3.4	6.83	11.88	16.74	11.68	6.01	4.21	6.64	5.86	4.64	3.9	3.11	2.44	2.07	16.74	29.07.2014 16:24	
15.34	14.53	13.52	11.86	6.88	6.28	5.7	5.19	4.89	4.33	6.69	8.02	7.08	5.86	15.34	15.06.1968 12:50	
7.03	3.51	8.82	8.85	13.16	9.09	6.51	5.61	4.83	3.85	3.25	2.61	2.06	1.76	13.16	16.06.1970 18:05	
12.95	4.77	2.3	1.58	1.18	0.93	0.83	0.72	0.66	0.57	0.51	0.43	0.37	0.33	12.95	12.09.2004 04:55	
0.66	0.67	0.79	0.89	1.1	1.41	1.58	2.13	2.9	2.88	3.08	3.36	5.51	12.11	12.11	17.07.2002 08:45	
4.25	4.52	7.98	10.53	11.74	8.19	5.5	4.42	3.81	3.07	2.61	2.11	1.68	1.44	11.74	16.06.1966 15:40	
0.37	0.37	0.34	0.35	0.39	0.64	0.79	1.01	1.47	2.98	3.02	7.09	11.2	10.93	11.2	26.08.2014 17:14	
10	2.79	1.53	1.09	0.82	0.68	0.63	0.55	0.5	0.43	0.39	0.34	0.29	0.26	10	26.07.1985 19:25	
9.91	8.17	7.56	8.33	7.66	5.62	4.16	3.78	3.53	3.07	2.64	2.13	1.69	1.45	9.91	18.07.1994 14:35	
0.43	0.39	0.43	0.46	0.51	0.57	0.59	0.78	0.89	1.3	1.68	3.44	6.74	9.5	9.5	06.10.1982 19:55	
1.07	1.4	1.81	2.02	2.74	3.11	3.57	5.61	9.19	8.95	7.4	5.76	4.42	3.7	9.19	08.07.2014 01:39	
0.94	1.14	1.57	1.68	1.71	1.98	1.88	1.92	2.28	2.1	1.9	3.36	5.78	8.41	8.41	06.07.1999 20:05	
4.65	2.79	5.16	8.33	5.75	3.34	2.46	2.03	1.79	1.48	1.28	1.06	0.87	0.76	8.33	28.06.2003 15:10	
0.52	0.56	0.6	0.59	0.64	0.67	0.7	0.68	1.03	1.58	2.02	4.49	8.16	7.18	8.16	26.05.2014 19:49	
6.91	5.61	7.14	4.95	3.35	3.79	2.97	2.51	2.2	1.8	1.55	1.28	1.04	0.9	7.14	17.06.1966 16:55	
2.72	4.63	5.81	5.64	6.58	3.72	2.7	2.23	1.95	1.61	1.39	1.15	0.94	0.81	6.58	08.08.1999 16:20	
0.23	0.21	0.21	0.23	0.31	0.43	0.59	0.77	1	1.66	2.21	4.96	6.36	6.3	6.36	13.04.2018 08:04	
6.07	5.71	3.88	2.75	2.13	1.75	1.49	1.31	1.22	1.11	1.09	0.93	0.76	0.67	6.07	30.09.2006 20:30	
3.56	5.88	5.54	4.32	2.88	2.27	2.04	1.97	1.75	1.72	1.48	1.22	0.99	0.86	5.88	22.06.2011 14:24	
2.09	3.05	4.07	5.64	4.94	3.43	2.7	2.35	2.06	1.7	1.46	1.21	0.98	0.85	5.64	20.06.2013 23:04	
0.21	0.2	0.21	0.24	0.32	0.38	0.45	0.61	0.76	1.46	2.48	3.36	4.46	5.53	5.53	25.08.2014 21:29	
1.02	1.4	1.99	2.24	2.74	3.93	4.46	5.24	4.55	4.17	4.02	3.57	2.79	2.36	5.24	13.08.2014 13:49	
3.4	4.92	3.28	2.2	1.49	1.18	1.01	0.86	0.78	0.66	0.58	0.5	0.42	0.37	4.92	24.07.2003 22:05	
1.07	1.07	1.18	1.61	1.44	1.88	2.61	4.74	4.08	3.27	2.78	2.24	1.78	1.52	4.74	24.08.1994 07:50	
4.45	2.79	1.43	1.09	0.81	0.68	0.63	0.55	0.5	0.43	0.39	0.33	0.28	0.26	4.45	08.06.1997 15:55	
4.45	3.99	1.94	1.37	0.98	0.79	0.75	0.66	0.6	0.51	0.46	0.39	0.33	0.3	4.45	08.06.2003 18:10	
0.6	0.65	0.8	0.99	1.22	1.31	1.42	2.18	2.6	3.34	3.52	4.36	3.94	3.6	4.36	10.09.2002 03:05	
3.89	4.24	2.12	1.58	1.38	1.04	0.91	0.78	0.71	0.6	0.53	0.46	0.38	0.34	4.24	09.08.1972 15:40	
4.23	1.37	1.38	1.3	0.97	0.88	0.95	1.03	0.96	0.85	0.78	0.68	0.57	0.5	4.23	21.05.1985 16:05	
2.09	4.11	1.9	1.31	0.95	0.77	0.7	0.61	0.55	0.48	0.42	0.37	0.31	0.28	4.11	30.07.1993 19:10	
1.6	2.96	2.98	3.98	3.84	2.68	2.21	2.18	1.91	1.58	1.36	1.13	0.92	0.8	3.98	12.07.2006 02:40	
3.91	2.28	3.08	2.31	1.72	1.25	1.07	0.91	0.82	0.69	0.61	0.52	0.44	0.39	3.91	25.06.1970 15:30	
0.18	0.16	0.16	0.18	0.21	0.26	0.33	0.37	0.43	0.61	0.81	1.27	2.42	3.91	3.91	15.11.2014 19:54	
3.89	2.48	1.85	1.46	1.2	1.19	1.12	1.08	0.97	0.82	0.72	0.61	0.51	0.45	3.89	02.07.2000 21:45	
3.74	1.42	0.91	0.77	0.76	0.7	0.65	0.56	0.51	0.44	0.39	0.34	0.29	0.26	3.74	18.06.1966 16:50	
0.89	1.36	2.04	2.87	3.53	2.64	2.02	1.68	1.48	1.24	1.07	0.9	0.74	0.64	3.53	25.07.2013 20:09	
1.18	1.71	1.69	1.63	1.44	2.72	3.06	3.5	3.4	2.75	2.34	1.9	1.52	1.31	3.5	14.06.1966 11:50	
1.53	2.2	1.77	1.55	1.6	2.09	2.16	2.46	2.33	3.04	3.34	3.36	2.71	2.3	3.36	29.05.2016 21:39	
0.72	0.79	1.01	1.33	1.54	1.6	1.59	3.28	2.85	2.32	1.98	1.62	1.3	1.12	3.28	20.06.1978 16:35	

### Anhang 4 Ergebnisliste Freier Auslass und QDr = 300 l/s

VRRB = 875 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 25 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL	MAX. ENTL-VOL	AUFGETRETENE ENTL-D	WERTE ENTL-Q
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H	ANZAHL			
16061205.SRU	97170	RRB 3	5263	172	0.5	1	172	0.5	189.2
14072815.SRU	97170	RRB 3	3879	501	0.4	1	501	0.4	683.4
84082423.SRU	97170	RRB 3	3647	488	0.7	1	488	0.7	425.2
04072319.SRU	97170	RRB 3	2247	323	0.4	1	323	0.4	411.9
69081418.SRU	97170	RRB 3	4964	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14082521.SRU	97170	RRB 3	12037	339	0.9	1	339	0.9	223.6
18060714.SRU	97170	RRB 3	2015	46	0.2	1	46	0.2	73.7
14071019.SRU	97170	RRB 3	2457	50	0.3	1	50	0.3	81.0
14070800.SRU	97170	RRB 3	14376	0	0.0	0	0	0.0	0.0
81080902.SRU	97170	RRB 3	19026	324	2.7	1	324	2.7	105.8
14081315.SRU	97170	RRB 3	2127	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14072916.SRU	97170	RRB 3	3994	0	0.0	0	0	0.0	0.0
08053019.SRU	97170	RRB 3	1768	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94071417.SRU	97170	RRB 3	3206	28	0.2	1	28	0.2	53.0
70061618.SRU	97170	RRB 3	1981	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061615.SRU	97170	RRB 3	1655	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14081508.SRU	97170	RRB 3	8804	0	0.0	0	0	0.0	0.0
68061512.SRU	97170	RRB 3	3328	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94082407.SRU	97170	RRB 3	1762	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94071814.SRU	97170	RRB 3	4248	0	0.0	0	0	0.0	0.0
89062217.SRU	97170	RRB 3	1881	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94080702.SRU	97170	RRB 3	3258	0	0.0	0	0	0.0	0.0
99080810.SRU	97170	RRB 3	1492	0	0.0	0	0	0.0	0.0
16052922.SRU	97170	RRB 3	3384	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061411.SRU	97170	RRB 3	3489	0	0.0	0	0	0.0	0.0

### Anhang 5 Ergebnisliste Freier Auslass und QDr = 167 l/s

VRRB = 875 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 25 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL	MAX. ENTL-VOL	AUFGETRETENE ENTL-D	WERTE ENTL-Q
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H	ANZAHL			
16061205.SRU	97170	RRB 3	5271	576	0.8	1	576	0.8	406.4
14072815.SRU	97170	RRB 3	3872	747	0.6	1	747	0.6	854.9
84082423.SRU	97170	RRB 3	3638	938	1.0	1	938	1.0	683.0
04072319.SRU	97170	RRB 3	2249	592	0.6	1	592	0.6	586.2
69081418.SRU	97170	RRB 3	5022	263	0.7	1	263	0.7	243.0
14082521.SRU	97170	RRB 3	11932	1316	2.2	1	1316	2.2	353.7
18060714.SRU	97170	RRB 3	2017	312	0.5	1	312	0.5	293.0
14071019.SRU	97170	RRB 3	2460	311	0.7	1	311	0.7	281.5
14070800.SRU	97170	RRB 3	14257	800	3.8	2	748	3.2	125.4
81080902.SRU	97170	RRB 3	19034	2522	4.9	1	2522	4.9	271.3
14081315.SRU	97170	RRB 3	2127	18	0.2	1	18	0.2	27.3
14072916.SRU	97170	RRB 3	3993	123	0.3	1	123	0.3	180.8
08053019.SRU	97170	RRB 3	1768	99	0.5	1	99	0.5	122.9
94071417.SRU	97170	RRB 3	3203	208	0.4	1	208	0.4	291.8
70061618.SRU	97170	RRB 3	1981	121	0.4	1	121	0.4	167.8
66061615.SRU	97170	RRB 3	1657	70	0.3	1	70	0.3	91.1
14081508.SRU	97170	RRB 3	8784	0	0.0	0	0	0.0	0.0
68061512.SRU	97170	RRB 3	3326	2	0.1	1	2	0.1	8.2
94082407.SRU	97170	RRB 3	1761	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94071814.SRU	97170	RRB 3	4240	0	0.0	0	0	0.0	0.0
89062217.SRU	97170	RRB 3	1878	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94080702.SRU	97170	RRB 3	3255	0	0.0	0	0	0.0	0.0
99080810.SRU	97170	RRB 3	1491	0	0.0	0	0	0.0	0.0
16052922.SRU	97170	RRB 3	3379	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061411.SRU	97170	RRB 3	3485	0	0.0	0	0	0.0	0.0

## Anhang 6 Ergebnisliste mit Drosselrückstau und QDr = 167 l/s

VRRB = 875 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 25 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL ANZAHL	MAX. AUFGETRETENE	WERTE	
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H		ENTL-VOL CBM		ENTL-D H
04072319.SRU	97170	RRB 3	2022	998	1.8	1	998	1.8	714.2
08053019.SRU	97170	RRB 3	1614	433	1.1	1	433	1.1	222.1
14070800.SRU	97170	RRB 3	12618	1230	4.6	2	747	3.1	237.0
14071019.SRU	97170	RRB 3	2249	997	1.9	1	997	1.9	343.8
14072815.SRU	97170	RRB 3	3542	1197	2.3	1	1197	2.3	807.0
14072916.SRU	97170	RRB 3	3652	427	1.2	1	427	1.2	259.6
14081315.SRU	97170	RRB 3	1946	402	1.1	1	402	1.1	234.8
14081508.SRU	97170	RRB 3	7988	858	1.4	1	858	1.4	260.3
14082521.SRU	97170	RRB 3	10713	1308	1.3	1	1308	1.3	440.7
16052922.SRU	97170	RRB 3	3094	9	0.2	1	9	0.2	21.7
16061205.SRU	97170	RRB 3	4793	1553	2.5	1	1553	2.5	589.5
18060714.SRU	97170	RRB 3	1825	701	1.6	1	701	1.6	348.7
66061411.SRU	97170	RRB 3	3196	6	0.2	1	6	0.2	14.9
66061615.SRU	97170	RRB 3	1511	320	1.0	1	320	1.0	197.8
68061512.SRU	97170	RRB 3	3054	339	0.8	1	339	0.8	198.3
69081418.SRU	97170	RRB 3	4527	905	1.8	1	905	1.8	416.5
70061618.SRU	97170	RRB 3	1812	444	1.2	1	444	1.2	274.1
81080902.SRU	97170	RRB 3	17184	2708	4.9	1	2708	4.9	341.6
84082423.SRU	97170	RRB 3	3234	2025	3.1	1	2025	3.1	810.5
89062217.SRU	97170	RRB 3	1721	112	0.6	1	112	0.6	81.5
94071417.SRU	97170	RRB 3	2929	456	1.2	1	456	1.2	321.6
94071814.SRU	97170	RRB 3	3863	202	0.8	1	202	0.8	116.8
94080702.SRU	97170	RRB 3	3004	131	0.5	1	131	0.5	133.8
94082407.SRU	97170	RRB 3	1611	158	0.6	1	158	0.6	120.7

## Anhang 7 Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s und Umbau Seckbachsammler

VRRB = 875 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 25 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL ANZAHL	MAX. AUFGETRETENE	WERTE	
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H		ENTL-VOL CBM		ENTL-D H
16061205.SRU	97170	RRB 3	4792	1396	1.9	1	1396	1.9	591.4
14072815.SRU	97170	RRB 3	3542	1057	1.7	1	1057	1.7	808.3
84082423.SRU	97170	RRB 3	3244	1723	2.3	1	1723	2.3	610.8
04072319.SRU	97170	RRB 3	2032	944	1.5	1	944	1.5	665.6
69081418.SRU	97170	RRB 3	4523	764	1.2	1	764	1.2	408.4
14082521.SRU	97170	RRB 3	10714	1220	1.4	1	1220	1.4	413.9
18060714.SRU	97170	RRB 3	1842	588	1.1	1	588	1.1	369.2
14071019.SRU	97170	RRB 3	2248	808	1.4	1	808	1.4	340.7
14070800.SRU	97170	RRB 3	12622	1119	4.2	2	606	3.0	245.0
81080902.SRU	97170	RRB 3	17187	2327	4.8	1	2327	4.8	289.2
14081315.SRU	97170	RRB 3	1946	325	0.7	1	325	0.7	211.9
14072916.SRU	97170	RRB 3	3652	354	0.8	1	354	0.8	252.4
08053019.SRU	97170	RRB 3	1616	337	0.7	1	337	0.7	244.1
94071417.SRU	97170	RRB 3	2929	391	0.8	1	391	0.8	299.6
70061618.SRU	97170	RRB 3	1811	336	0.8	1	336	0.8	206.2
66061615.SRU	97170	RRB 3	1512	237	0.7	1	237	0.7	190.9
14081508.SRU	97170	RRB 3	7990	572	1.2	1	572	1.2	249.6
68061512.SRU	97170	RRB 3	3054	165	0.5	1	165	0.5	177.8
94082407.SRU	97170	RRB 3	1611	80	0.4	1	80	0.4	74.1
94071814.SRU	97170	RRB 3	3862	82	0.4	1	82	0.4	115.6
89062217.SRU	97170	RRB 3	1720	41	0.2	1	41	0.2	84.2
94080702.SRU	97170	RRB 3	3004	0	0.0	0	0	0.0	0.0
99080810.SRU	97170	RRB 3	1356	0	0.0	0	0	0.0	0.0
16052922.SRU	97170	RRB 3	3095	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061411.SRU	97170	RRB 3	3195	0	0.0	0	0	0.0	0.0

## Anhang 8 Ergebnisliste mit Drosselrückstau und QDr = 167 l/s und VRRB = 2000 m<sup>3</sup>

VRRB = 2000 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 10 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL ANZAHL	MAX. ENTL-VOL	AUFGETRETENE ENTL-D	WERTE ENTL-Q
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H		CBM	H	L/S
16061205.SRU	97170	RRB 3	4955	725	2.2	1	725	2.2	215.0
14072815.SRU	97170	RRB 3	3704	246	1.8	1	246	1.8	72.4
84082423.SRU	97170	RRB 3	3393	1123	2.8	1	1123	2.8	259.8
04072319.SRU	97170	RRB 3	2158	138	0.3	1	138	0.3	209.8
69081418.SRU	97170	RRB 3	4646	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14082521.SRU	97170	RRB 3	10903	755	1.2	1	755	1.2	375.0
18060714.SRU	97170	RRB 3	1930	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14071019.SRU	97170	RRB 3	2349	121	0.4	1	121	0.4	274.6
14070800.SRU	97170	RRB 3	12806	0	0.0	0	0	0.0	0.0
81080902.SRU	97170	RRB 3	17415	2306	4.3	1	2306	4.3	333.8
14081315.SRU	97170	RRB 3	2025	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14072916.SRU	97170	RRB 3	3758	0	0.0	0	0	0.0	0.0

## Anhang 9 Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s, VRRB = 2000 m<sup>3</sup> und Umbau Seckbachsammler

VRRB = 2000 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 25 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL ANZAHL	MAX. ENTL-VOL	AUFGETRETENE ENTL-D	WERTE ENTL-Q
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H		CBM	H	L/S
16061205.SRU	97170	RRB 3	4791	404	1.3	1	404	1.3	146.8
14072815.SRU	97170	RRB 3	3540	46	0.1	1	46	0.1	153.4
84082423.SRU	97170	RRB 3	3236	654	2.0	1	654	2.0	199.3
04072319.SRU	97170	RRB 3	2033	0	0.0	0	0	0.0	0.0
69081418.SRU	97170	RRB 3	4526	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14082521.SRU	97170	RRB 3	10714	630	1.2	1	630	1.2	304.5
18060714.SRU	97170	RRB 3	1841	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14071019.SRU	97170	RRB 3	2248	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14070800.SRU	97170	RRB 3	12619	0	0.0	0	0	0.0	0.0
81080902.SRU	97170	RRB 3	17186	1960	4.1	1	1960	4.1	263.9
14081315.SRU	97170	RRB 3	1945	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14072916.SRU	97170	RRB 3	3652	0	0.0	0	0	0.0	0.0
08053019.SRU	97170	RRB 3	1616	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94071417.SRU	97170	RRB 3	2929	0	0.0	0	0	0.0	0.0
70061618.SRU	97170	RRB 3	1811	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061615.SRU	97170	RRB 3	1512	0	0.0	0	0	0.0	0.0
14081508.SRU	97170	RRB 3	7993	65	0.6	1	65	0.6	54.0
68061512.SRU	97170	RRB 3	3054	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94082407.SRU	97170	RRB 3	1610	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94071814.SRU	97170	RRB 3	3863	0	0.0	0	0	0.0	0.0
89062217.SRU	97170	RRB 3	1720	0	0.0	0	0	0.0	0.0
94080702.SRU	97170	RRB 3	3005	0	0.0	0	0	0.0	0.0
99080810.SRU	97170	RRB 3	1356	0	0.0	0	0	0.0	0.0
16052922.SRU	97170	RRB 3	3095	0	0.0	0	0	0.0	0.0
66061411.SRU	97170	RRB 3	3196	0	0.0	0	0	0.0	0.0

## Anhang 10 Ergebnisliste mit Drosselrückstau, QDr = 167 l/s, Planung mit 2 Becken

VRRB > 2000 m<sup>3</sup> bis zum Überlauf, Zusammenfassung der 10 größten Ereignisse

Rechenlauf	HNR RUE	STRASSEN- ODER LAGEBEZEICHNUNG	ZUFL-VOL	ENTL-VOL	ENTL-D	ENTL ANZAHL	MAX. ENTL-VOL	AUFGETRETENE ENTL-D	WERTE ENTL-Q
			SUMME CBM	SUMME CBM	SUMME H		CBM	H	L/S
04072319.sru	97170	RRB 3	1175	33	0.7	1	33	0.7	24.9
14071019.sru	97170	RRB 3	1628	9	0.3	1	8	0.3	11.1
14072815.sru	97170	RRB 3	3610	182	1.8	1	182	1.8	55.8
14081508.sru	97170	RRB 3	8035	13	0.4	1	13	0.4	16.1
14082521.sru	97170	RRB 3	10772	416	1.2	1	416	1.2	197.1
16061205.sru	97170	RRB 3	4862	638	2.0	1	638	2.0	152.8
69081418.sru	97170	RRB 3	4566	0	0.0	0	0	0.0	0.0
81080902.sru	97170	RRB 3	17314	1955	4.3	1	1955	4.3	247.2
84082423.sru	97170	RRB 3	2552	1026	2.7	1	1026	2.7	180.9
18060714.sru	97170	RRB 3	1175	0	0.0	0	0	0.0	0.0