



Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)

EINZUGSGEBIET ZKA NÜRNBERG - MODELLAUFBAU MARKT HEROLDSBERG

Schmutzfrachtberechnung

Erläuterungsbericht

**Dr.-Ing. Pecher und Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

Landsberger Straße 155 | Haus 4

80687 München

München, 17. Februar 2019



INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
1	Anlass und Vorbemerkungen	4
2	Grundlagen	5
3	Modellaufbau	6
3.1	Kanalisation	6
3.2	Sonderbauwerke	7
3.2.1	Entlastungsbauwerke	7
3.2.2	Regenrückhaltebecken	10
3.2.3	Verzweigungsbauwerke	10
3.2.4	Pumpwerke	10
3.3	Flächendaten	10
3.3.1	Kanalisierte Flächen	10
3.3.2	Abflusswirksame Flächen	12
3.3.3	Regenabfluss in Schmutzwasserkanälen der Trennsysteme	13
3.3.4	Außengebiete	13
3.4	Trockenwetterabfluss	13
3.4.1	Einwohnerzahlen und häusliches Schmutzwasser	13
3.4.2	Gewerbliches Schmutzwasser	15
3.4.3	Fremdwasser	16
3.4.4	Trockenwetterabfluss	17
3.5	Niederschlagsbelastung	17
3.6	Verschmutzungskonzentrationen	18
3.6.1	Schmutzwasserkonzentration	18
3.6.2	Regenwasserkonzentration	20
4	Modellvalidierung	20
5	Berechnungsergebnisse	21
5.1	Bewertung Entlastungsfracht	21
5.2	Einzelnachweise	23
5.2.1	Regenüberläufe	24
5.2.2	Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle	24



6	Zusammenfassung	26
	Literaturverzeichnis	27
	Anlagenverzeichnis	28
	Planverzeichnis	28
	Anhangverzeichnis	28



1 Anlass und Vorbemerkungen

Der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) liegt ein Generalentwässerungsplan (GEP) aus dem Jahr 2018 vor [3]. Darin wurde primär die hydraulische Auslastung der Kanalisation untersucht. Aufbauend auf das kalibrierte Kanalnetzmodell ist nun eine hydrodynamische Schmutzfrachtberechnung für das Gesamteinzugsgebiet beider Kläranlagen der Stadt Nürnberg vorgesehen. Anlass ist die wasserrechtliche Auflage für den Nachweis der in die Gewässer einleitenden Schmutzfrachten im Einzugsgebiet der Klärwerke 1 und 2.

Das Berechnungsmodell aus dem GEP [3] beschreibt einen Erweiterten Ist-Zustand, bei dem neben der Bestandssituation (bestehende Kanalisation inkl. deren Sonderbauwerke und bestehende Bebauung) auch eine Erweiterung von kurzfristig geplanten Maßnahmen (Neubaugebiete, Schließen von Baulücken, Kanalbaumaßnahmen, neue Sonderbauwerke, veränderte Netzzusammenhänge, und fortgeführte Steuerstrategien) berücksichtigt ist.

Der Markt Heroldsberg ist einer der zukünftig sieben Abwassergäste, deren Abwasser in den Klärwerken der Stadt Nürnberg mitbehandelt wird. Die Abwassergäste sind:

- Stadt Stein
- Gemeinde Schwaig
- Stadt Schwabach
- Stadt Oberasbach
- Gemeinde Kalchreuth
- Markt Heroldsberg (ab ca. 2022)
- Gewerbepark Nürnberg-Feucht-Wendelstein

In der hydraulischen Berechnung des Gesamtnetzes [3] wurden die Abwassergäste nur sehr vereinfacht und für eine Schmutzfrachtberechnung nicht ausreichend detailliert berücksichtigt. Für die Schmutzfrachtberechnung wird deshalb für die einzelnen Abwassergäste, bis auf den Gewerbepark Nürnberg-Feucht-Wendelstein, ein hydraulisch feingliedriges Berechnungsmodell auf Basis der vorliegenden Unterlagen aufgebaut. Mit diesem Berechnungsmodell werden die Fließvorgänge innerhalb der Kanalisation soweit abgebildet, dass die entlasteten Frachten wirklichkeitsnah berechnet werden. Eine detaillierte Kanalnetzberechnung für die Abwassergäste ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Nachfolgend werden die wesentlichen Grundlagen und die generelle Vorgehensweise für den Modellaufbau für den Markt Heroldsberg beschrieben.



2 Grundlagen

Für den Aufbau des Berechnungsmodells des Marktes Heroldsberg stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Dokumentation Hydraulische Berechnung (Bericht, Plänen, Bauwerke im pdf-, dwg-, xls-, jpg-, IDBF-, TW-, WEL-, DAT-Format und ISYBAU-K-Datei), erstellt von Meyer & Schmidt, November 2014
- Dokumentation Schmutzfrachtberechnung (Erläuterungsbericht, Lage- und Bauwerkspläne, Technische Berechnungen im pdf-Format), erstellt vom Ingenieurbüro Miller, August 2016
- Bestandsplan Kanal, Markt Heroldsberg, 11.09.2017
- Diverse Mails bzgl. Rückfragen zu den übergebenen Daten und Datenlücken
- Trasse und Längsschnitt Druckleitung, Übergabe durch Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), im dwg-Format, Februar 2017
- Grundkarte im dwg- und dxf-Format, Übergabe durch Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), 2017
- Daten zum Wasserbezug im pdf- und xls-Format, Übergabe durch Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), Februar 2017
- Betriebsbericht Kläranlage Heroldsberg 2016 im pdf-Format, Übergabe durch Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), 2017
- Lageplan Einzugsgebiete Prognose-Zustand, erstellt vom Ingenieurbüro Miller, August 2016
- Schmutzfrachten im Kanalnetz der Stadt Nürnberg, gutachterliche Stellungnahme, Prof. Dipl.-Ing. Dieter Sitzmann, 27.08.2017, Lautertal
- Betriebskonzept der vorhandenen Becken/Behälter auf dem Kläranlagengelände Heroldsberg, Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), August 2017
- Anschluss von Heroldsberg an die Kläranlage Nürnberg – Variantenberechnung zur Optimierung der Überleitungsmenge, einschließlich einer Ermittlung des Fremdwasseranteils, Prof. Dipl.-Ing. Dieter Sitzmann, 02.07.2017, Lautertal
- Lageplan Kläranlage Heroldsberg, Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), Oktober 2018



3 Modellaufbau

3.1 Kanalisation

Für die Erstellung des Kanalisationsnetzes wird die übergebene ISYBAU-K-Datei (Ist-Zustand) in das Berechnungsmodell ++ Systems® importiert und grafisch dargestellt. Die in der K-Datei beschriebenen Stammdaten wie Schachtdeckelkoordinaten, -deckelhöhen, -sohlhöhen, Sohlhöhen der Rohranschlusspunkte sowie Rohrnennweiten und die Verknüpfung an den Schächten werden unverändert übernommen. Fehlende Informationen nach dem Datenimport (Höhen, Koordinaten und dergleichen) werden mittels Hinterlegung der übergebenen Lagepläne ergänzt bzw. sinnvoll gewählt. In Einzelfällen werden Unklarheiten mit der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) und dem Markt Heroldsberg geklärt.

Anschließend werden eine Plausibilitätskontrolle der in das Berechnungsmodell eingepflegten Daten durchgeführt, Längsschnitte erzeugt und auf Gegengefälle und negative Sohlsprünge gesichtet. Zuletzt findet ein Abgleich der ins Berechnungsmodell übertragenen Kanalisationselemente mit den Darstellungen in den übergebenen Lageplänen statt. Der Aufbau des Berechnungsmodells ist erst dann abgeschlossen, wenn keine weiteren Auffälligkeiten oder Hinweise auf fehlende Haltungen und Schächte vorliegen. Nicht an die Mischwasserkanalisation angeschlossene Haltungen (vor allem Regenwasserhaltungen in Trennsystemen) werden bei den durchzuführenden Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die Abwasserüberleitung in das Nürnberger Kanalnetz erfolgt künftig mit einer Pumpstation auf dem Gelände der derzeitigen Kläranlage und einer rd. 6,0 km langen Druckleitung nach Nürnberg. Anschlusspunkt für die Druckleitung an das Kanalnetz der Stadt Nürnberg ist der Schacht 35844102. Die geplante Druckleitung wird anhand des übergebenen Lageplans bzw. der dazugehörigen Längsschnitte ins Kanalnetzmodell übertragen.

Unter Berücksichtigung der geplanten Haltungen auf dem Gelände der Kläranlage werden für den Markt Heroldsberg rd. 45,30 km Kanalisation bei den hydraulischen Berechnungen berücksichtigt, s. Tabelle 3.1.



Tabelle 3.1: berücksichtigte Haltungslängen nach Entwässerungssystem

Entwässerungs- system [-]	Anzahl Haltungen [-]	Länge Haltungen [km]
Mischwasser	1.177	37,42
Schmutzwasser	82	7,16
Regenwasser	31	0,72
Summe	1.290	45,30

Zur Vermeidung einer möglichen Doppelverwendung der Schachtnamen bei anderen Abwassergästen werden die Schachtnamen des Marktes Heroldsberg nach dem Muster „HE“ und einer fünfstelligen Nummer neu vergeben. Der Originalname wird unter dem freien Attribut „Schachtname_org“ abgespeichert. Die Kanal- und Haltungsnummerierung erfolgt automatisiert nach den Sammlerebenen mit der Hauptkanalnummer 90.

3.2 Sonderbauwerke

Zu den Sonderbauwerken zählen Entlastungs- und Rückhalteanlagen, Verzweigungen sowie Pumpwerke. Stauraumkanäle werden als Sammlerstrecken mit den dazugehörigen geometrischen Daten erfasst. Die Modellierung der Bauwerke im Berechnungsmodell erfolgt auf Grundlage der Kenndaten der vorliegenden Schmutzfrachtberechnung bzw. der Bauwerkspläne. Die Angaben der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016 besitzen dabei Vorrang gegenüber den Planinformationen.

3.2.1 Entlastungsbauwerke

Die Entlastungsbauwerke werden modellbedingt in mehrere Bauwerkskomponenten (Sedimentations- und Speicherkammer, Trennbauwerk, Schacht- und Kanalvolumen, usw.) aufgeteilt. Alle Komponenten eines Entlastungsbauwerkes werden anschließend im Berechnungsmodell zu einer sog. funktionalen Einheit zusammengefasst, damit u. a. das Volumen der einzelnen Bauwerkskomponenten und auch der Summenwert ausgegeben werden können.

Insgesamt werden im Markt Heroldsberg drei Regenüberlaufbecken und zwei Regenüberläufe berücksichtigt.

Die Bauwerksabmessungen (Schwellenhöhe und -länge, Grundfläche, Sohlhöhen, usw.) werden aus den Unterlagen der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016 entnommen. Soweit erforderlich werden auch vertikale Formveränderung, d. h. Querschnittsveränderungen in vertikaler Richtung durch z. B.

schräge Böden und Wände eingepflegt. Durch die Addition aller dem Entlastungs-
bauwerk zugeordneten Bauwerkskomponenten kann das im Berechnungsmodell
berücksichtigte Volumen größer sein als die Volumenangabe in der Schmutzfracht-
berechnung des Ingenieurbüros Miller, August 2016, wo meist nur das Volumen der
Speicher- bzw. der Sedimentationskammer ausgewiesen wird. Bei den Stauraumkan-
nälen wird das Bauwerksvolumen dem statistischen Kanalvolumen V_{SK} zugerechnet,
ebenso das eingestaute statische Kanalvolumen V_{SK} vor einem Regenüberlauf. Gene-
rell wird das unterhalb der niedrigsten Entlastungsschwelle eingestaute Kanal- und
Schachtvolumen abzüglich des Trockenwetteranfalls ab einer Rohrenweite von
DN 300 berücksichtigt.

Die im aktuellen Berechnungsmodell angesetzten Werte sind in Anhang 1 gelb, die
Vorgabewerte der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August
2016 sind nicht farbig hinterlegt; abweichende Quellen sind gesondert gekennzeich-
net. Bei den Bauwerksdaten des aktuellen Berechnungsmodells sind auch die Über-
legungen zum Anschluss an die Stadt Nürnberg berücksichtigt, insbesondere die Ak-
tivierung zusätzlichen Volumens auf dem Kläranlagengelände und die Optimierung
der Drosselabflüsse der Bauwerke und der Überleitungsmenge zur Stadt Nürnberg.

Für den geplanten Anschluss an die Kanalisation der Stadt Nürnberg liegen von der
SUN entwickelte Systempläne vor, siehe Abbildung 3.1. Für die Bestimmung der
Überleitungs- und Abflusssummen werden externe, mit einem Grobnetz aufgebaute Schmutzfrachtbe-
rechnungen mit dem Modell MOMENT durchgeführt und dazu mit den Ergebnissen
des aktuellen Berechnungsmodells ++ Systems® verglichen.

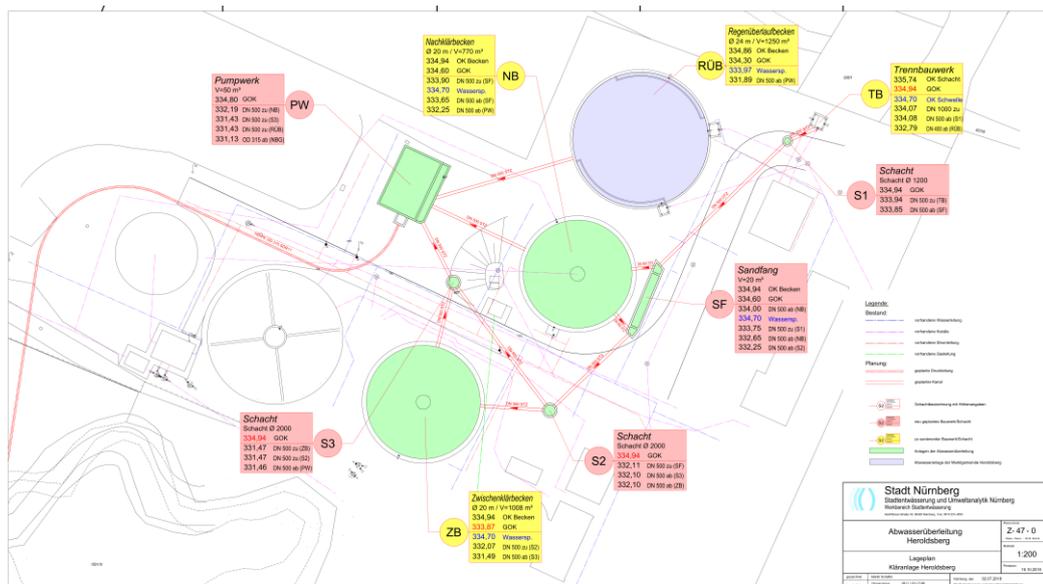


Abbildung 3.1: Umbau auf dem Gelände der Kläranlage Markt Heroldsberg



Wesentliche Änderungen gegenüber den übergebenen Daten aus Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016 sind:

- Anpassen der weiterführenden Abflüsse
 - RÜB 904 (Festplatz) von 29 l/s auf 40 l/s
 - RÜB 902 (Wiesenweg) von 63 l/s auf 90 l/s
 - RÜ 3 (Postgässchen) Begrenzung des weiterführenden Abflusses auf Q_{krit} mit 285 l/s
- Weitgehender Umbau inkl. Änderung der Betriebsweise auf dem Kläranlagengelände
 - Keine bauliche Änderung am bestehenden Durchlaufbecken RÜB 905 mit 1.230 m³
 - Nutzung des vorhandenen Nachklärbeckens (770 m³) und des Zwischenklärbeckens (1.008 m³) zur Rückhaltung von Mischwasser
 - Neubau einer Pumpstation zur Förderung der Überleitungsmenge von 105 l/s zur Stadt Nürnberg
 - Das Betriebskonzept sieht vor, dass der Trockenwetterabfluss über das umgebaute Nachklärbecken direkt der neu zu bauenden Pumpstation zufließt. Mit Zunahme des Gesamtzuflusses im Hauptsammler füllen sich das umgebaute Nachklärbecken und auch das umgebaute Zwischenklärbecken. Da beide Speicherräume mittels neu zu verlegender Rohrleitungen (DN 500) mit der Pumpstation kommunizieren, füllen sich beide Speicherräume gleichzeitig. Erst wenn beide Speicherräume gefüllt sind und der Wasserstand die Schwellenoberkante des oberhalb gelegenen Trennbauwerkes überschreitet, wird das vorhandene Durchlaufbecken RÜB 905 beschickt. Die zusätzlichen Speicherräume funktionieren somit wie ein Fangbecken. Bei weiterem Zustrom läuft das Abwasser über den vorhandenen Klärüberlauf am RÜB 905 in den Vorfluter (Gründlach). Nach Abklingen des Regenereignisses leeren sich alle drei Speicherräume selbsttätig mittels einer Schiebersteuerung.

Das anrechenbare Gesamtvolumen aller Entlastungsbauwerke in Heroldsberg liegt mit

$$V = 5.607 \text{ m}^3$$

deutlich über dem Gesamtvolumen der Schmutzfrachtberechnung Lastfall Ist-Zustand vom Ingenieurbüro Miller, August 2016 mit 3.788 m³.

Im Anhang 2 liegt ein Systemplan (Fließschema) für den Markt Heroldsberg bei, in dem die Lage der Entlastungsbauwerke im Netz ersichtlich ist. Die örtliche Lage der einzelnen Entlastungsbauwerke, sowie deren Direkteinzugsgebiete sind in der Anlage 2 dargestellt.



3.2.2 Regenrückhaltebecken

Im zu betrachtenden Einzugsgebiet liegen keine Regenrückhaltebecken vor.

3.2.3 Verzweigungsbauwerke

Als Verzweigungsbauwerk werden alle Schächte mit mehreren Abläufen angesehen. Schachtbauwerke mit einer Abflussaufteilung aufgrund der Anschlusshöhen bzw. der Rohrdurchmesser werden mit einem VZ gekennzeichnet. Verzweigungen mit eingebauter Schwelle erhalten zusätzlich eine Bauwerksnummer. Letztere sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden. Die Lage der im Berechnungsmodell berücksichtigten Verzweigungsbauwerke kann dem Übersichtslageplan, Anlage 2 entnommen werden.

3.2.4 Pumpwerke

Im zu betrachtenden Einzugsgebiet werden eine Schmutzwasserpumpstation am Stettenberger Weg und die geplante Pumpstation auf dem Kläranlagengelände berücksichtigt. Die Pumpstation am Stettenberger Weg fördert den ankommenden Trockenwetterabfluss unmittelbar in das unterhalb gelegene Netz. Der Pumpabfluss für die Überleitung nach Nürnberg wird gestaffelt über eine Pumpenkennlinie mit einer maximalen Förderleistung

$$Q_p = 105 \text{ l/s}$$

festgelegt.

3.3 Flächendaten

3.3.1 Kanalisierte Flächen

Zielsetzung bei der Übernahme der Flächendaten ist zunächst eine für jedes Teileinzugsgebiet unveränderte Gesamtsumme der angeschlossenen Flächen $A_{E,k}$ gemäß den Angaben der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016. Hierzu wird die Grundkarte ins Kanalnetzmodell eingelesen, auf welcher aufbauend die Einteilung und Zuordnung der Flächen erfolgt. Den bebauten Flurstücken werden zur leichteren Bearbeitung und für die Summenkontrolle eindeutige Nummern zugewiesen. Die Nummerierung F101 – F115 & FT01 richtet sich dabei nach der vorliegenden Schmutzfrachtberechnung. An den Außengrenzen der Teileinzugsflächen werden die Straßenflächen und Flurstücke so angepasst, dass diese nicht über die in der Schmutzfrachtberechnung angegebene Grenze der Teileinzugsfläche herausragen. Zur Kontrolle werden die jeweiligen Flächensummen der Teileinzugsflächen berechnet und die grafischen Flächengrößen der Flurstücke mit den Summen aus der Schmutzfrachtberechnung verglichen. Grundsätzlich wird die grafische Flächengröße $A_{E,k}$ mit den entsprechenden Werten der Schmutzfrachtberechnung abgeglichen. D.h., in der Berechnung sind die angeschlossenen Flächen $A_{E,k}$

exakt so groß wie in der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016, auch wenn die in den Lageplänen dargestellten Flächen augenscheinlich größer oder kleiner sind.

Ergänzend zu den Flächendaten des Ist-Zustandes werden die drei schraffierten zusätzlichen Baugebiete aus Abbildung 3.2 berücksichtigt. Die Neuerschließung erfolgt im Trennverfahren.

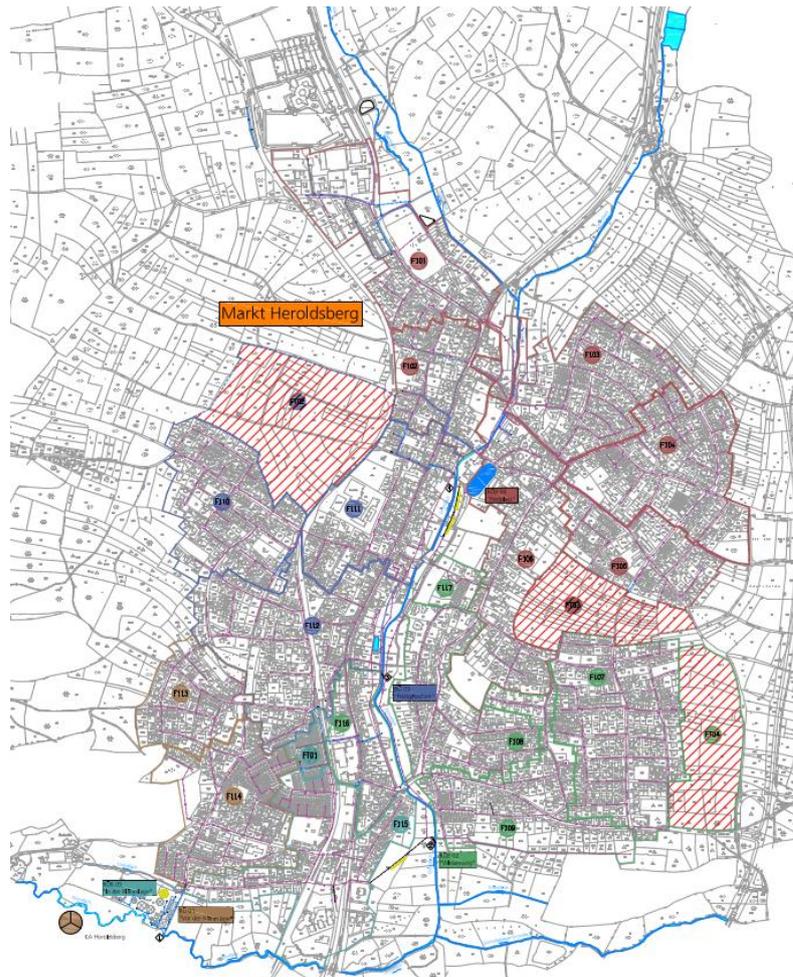


Abbildung 3.2: im erweiterten Ist-Zustand zu berücksichtigende Prognoseflächen

Die einzelnen Flurstücke werden im Modell automatisiert den Haltungen zugeordnet (kürzester Fließweg). Da die Flurstücke der Straßenflächen i. d. R. sehr lang sind und mehreren Haltungen zugeordnet werden müssen, werden diese haltungsscharf aufgeteilt und erst anschließend manuell zugeordnet.

Die Ausdehnung der Direkteinzugsgebiete der Mischwasserbehandlungsanlagen kann der Anlage 2 entnommen werden.



3.3.2 Abflusswirksame Flächen

Bei der undurchlässigen Fläche A_u werden nicht die Angaben der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016 angesetzt, da die darin angegebenen abflusswirksamen Flächenanteile für die vorliegende Gebietsstruktur als zu hoch angesehen werden ($\Psi_m = 0,46 - 0,60$). Die abflusswirksamen Flächen A_u werden daher aus der Hydraulischen Berechnung vom Ingenieurbüro Meyer & Schmidt, November 2014 entnommen und auf die jeweiligen Direkteinzugsgebiete der Entlastungsbauwerke gleichmäßig übertragen ($\Psi_m = 0,30 - 0,43$). Bei der Festlegung der Befestigungsgrade werden Straßenflächen einheitlich mit einem undurchlässigen Flächenanteil von 90 % berücksichtigt und von den auf die Bebauung zu verteilenden abflusswirksamen Flächen abgezogen.

Die berücksichtigten Flächengrößen können der Tabelle 3.2 entnommen werden.

Tabelle 3.2: Flächendaten

Direkteinzugsgebiet [-]	$A_{E,K}$ [ha]	A_u [ha]	Ψ_m [-]
RÜ 901 ¹⁾	20,79	9,00 ⁴⁾	0,43
RÜ 01 ²⁾ (Vor der Kläranlage)	20,79	11,16	0,54
RÜB 902 ¹⁾	62,83 ³⁾	20,36 ⁴⁾	0,32
RÜB 02 ²⁾ (Wiesenweg)	53,19	31,70	0,60
RÜ 903 ¹⁾	68,28 ³⁾	20,16 ⁴⁾	0,30
RÜ 03 ²⁾ (Postgässchen)	47,40	27,02	0,57
RÜB 904 ¹⁾	91,25 ³⁾	33,02 ⁴⁾	0,36
RÜB 04 ²⁾ (Festplatz)	82,91	48,26	0,58
RÜB 905 ¹⁾	17,75	5,66 ⁴⁾	0,32
RÜB 05 ²⁾ (In der Kläranlage)	17,76	8,16	0,46
Summe¹⁾	260,91	88,20	0,34
Summe²⁾	222,05	126,30	0,57

¹⁾ Aktuelles Berechnungsmodell ++Systems®

²⁾ Vorgabe Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, 2016:
Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand, Anlage 3.1

³⁾ Summe ohne Direkteinleiter RW- Flächen, inkl. der zu berücksichtigenden Prognoseflächen



3.3.3 Regenabfluss in Schmutzwasserkanälen der Trennsysteme

Bei Regen ist ein unvermeidbarer zusätzlicher Abfluss in Schmutzwasserkanälen aus den im Trennverfahren entwässerten Gebieten zu berücksichtigen. Anstelle eines pauschalen Zuschlages für $Q_{R,Tr,aM}$ von 100 % zum Schmutzwasseranfall $Q_{S,Tr,aM}$ gemäß DWA-A 128 [1] erhalten die Schmutzwassereinzugsgebiete einen pauschalen Anteil der undurchlässigen Fläche. Dieser Fehlanschlussgrad wird angesetzt zu:

$$\text{FAG} = 2 \text{ \%}.$$

Damit wird sichergestellt, dass der zusätzliche Oberflächenabfluss in den Schmutzwasserkanälen nur bei Regen auftritt und zudem von der Intensität des Regenereignisses abhängt.

3.3.4 Außengebiete

Im Lastfall Ist-Zustand sind die in Tabelle 3.3 aufgeführten Außengebiete vorhanden.

Tabelle 3.3: Außengebiete

Außengebiet [-]	A [ha]	CN [-]	Fließweg [km]	Gefälle [%]	Anschlussknoten [l/s]
5	13,90	71	0,74	4,3	HE00520
6	1,80	71	0,34	3,8	HE00592f

Beide Außengebiete werden im erweiterten Ist-Zustand durch das geplante Baugebiet am nordwestlichen Stadtrand überbaut, so dass diese nicht weiter zu berücksichtigen sind.

3.4 Trockenwetterabfluss

3.4.1 Einwohnerzahlen und häusliches Schmutzwasser

Die Eingangsparameter für den Trockenwetterabfluss werden aus der Schmutzfrachtberechnung des Marktes Heroldsberg, Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand Anlage 3.1, übernommen. Aufgrund aktueller Einwohnerzahlen werden anstelle der in o. g. Schmutzfrachtberechnung genannten 7.400 E für den Ist-Zustand

8.050 Einwohner (Ist-Zustand)

angesetzt. Unter Berücksichtigung der zu berücksichtigenden Prognoseflächen erhöht sich die prognostizierte Einwohnerzahl auf

≈ 9.060 Einwohner (erweiterter Ist-Zustand).

Der spezifische häusliche Schmutzwasseranfall wird im Ist- und erweiterten Ist-Zustand mit

$$w_s = 103 \text{ l/(E}\cdot\text{d)}$$

angesetzt.

Die für das häusliche Abwasser angesetzte Tagesganglinie wird aus der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016, Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand Anlage 3.1, übernommen und ist in Abbildung 3.3 dargestellt. Die Tagesspitze des häuslichen Abwassers weist in etwa einen Stundenfaktor von 14,1 auf.

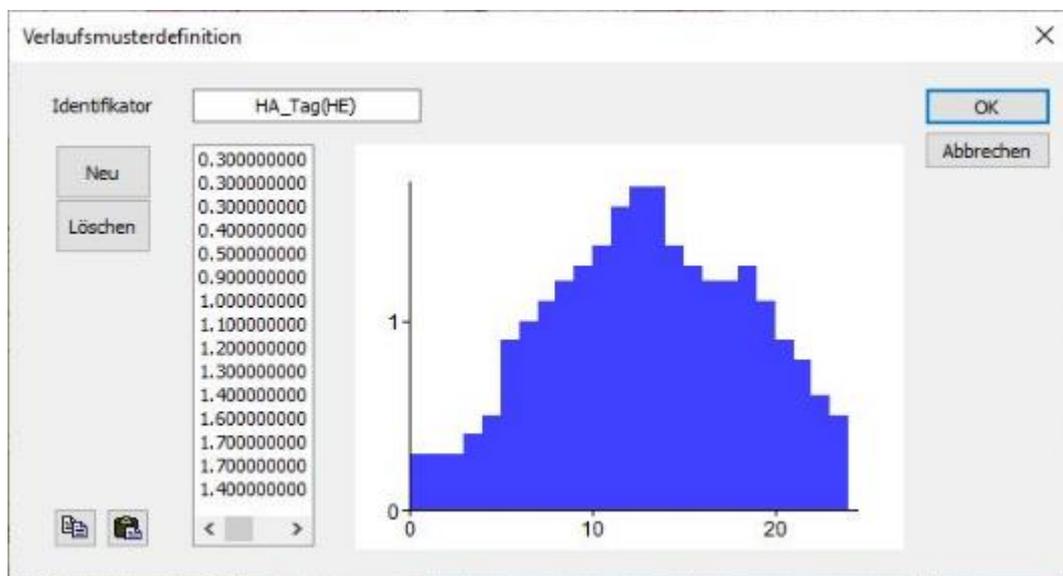


Abbildung 3.3: Tagesganglinie häusliches Abwasser



3.4.2 Gewerbliches Schmutzwasser

Im Untersuchungsgebiet liegen insgesamt neun gewerbliche Einzeleinleiter vor, siehe Tabelle 3.4.

Tabelle 3.4: Einzeleinleiter

Gewerbebetrieb [-]	im Direktin- zugsgebiet von [-]	$Q_{G,AM}$ [l/s]
Schwan Stabilo	RÜB 904	0,92
Sauer Kunststoff GmbH	RÜB 904	0,03
Gaststätte + Hotel „Rotes Roß“	RÜB 904	0,11
Schloßbad Heroldsberg	RÜB 904	0,49
Gaststätte „Gelber Löwe“	RÜB 903	0,04
Gaststätte „Don Camillo“	RÜB 903	0,03
Bäckerei und Cafe „Volland“	RÜB 903	0,04
Gaststätte „Aphrodite“	RÜB 903	0,03
Gaststätte + Hotel „Föhrenhof“	RÜB 902	0,03
Gesamt		1,72

Der absolute gewerbliche Abfluss wird für diese Einzeleinleiter unverändert aus der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016, Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand Anlage 3.1, übernommen. Verbleibender gewerblicher Abfluss, der nicht einem Einzeleinleiter zugeordnet werden kann, wird über eine flächenbezogene gewerbliche Abwasserspense berücksichtigt. Für den gewerblichen Abfluss wird generell eine konstante Ganglinie über 8 h am Tag in der Zeit von 08:00 – 16:00 Uhr angesetzt, entsprechend der Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016, Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand Anlage 3.1.

3.4.3 Fremdwasser

Zur Ermittlung des Fremdwasseraufkommens werden die Kläranlagenzuflüsse der Jahre 2010 bis 2016 nach der Jahresschmutzwassermethode ausgewertet. Es ergeben sich für den Ist-Zustand Fremdwasseranteile von $FWA = 0,46 \dots 0,59$ und im Mittel von

$$FWA_m = 0,52 \text{ (2010 - 2016).}$$

Da eine Reihe von Fremdwassersanierungsmaßnahmen konkret geplant sind, wird für die Berechnungen des erweiterten Ist-Zustandes ein Fremdwasseranteil von

$$FWA_m = 0,47 \text{ (erweiterter Ist-Zustand)}$$

angenommen.

Das Fremdwasseraufkommen unterliegt einer Jahresganglinie, ist aber am jeweiligen Tag konstant. In Abbildung 3.4 sind die mittleren Fremdwasserjahresganglinien an den Klärwerken der Stadt Nürnberg und am Klärwerk von Heroldsberg gegenübergestellt. Es ist abzulesen, dass mit der für die hydraulische Einheit (= Gesamteinzugsgebiet der Nürnberger Klärwerke) angesetzten Fremdwasserjahresganglinie, die Verhältnisse in Heroldsberg zutreffend erfasst werden.

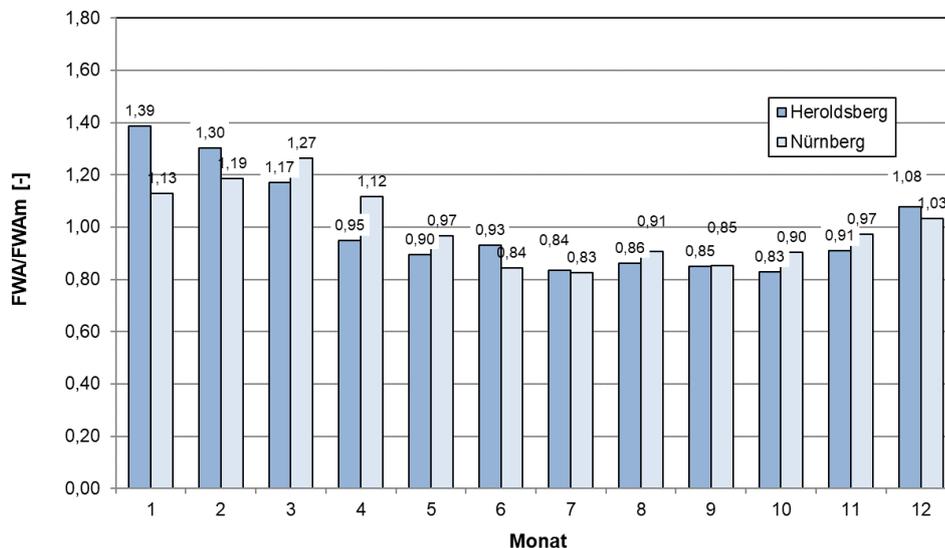


Abbildung 3.4: Fremdwasserjahresganglinien Markt Heroldsberg und Stadt Nürnberg



3.4.4 Trockenwetterabfluss

Zusammenfassend ergeben sich die in Tabelle 3.5 aufgeführten mittleren Trockenwetterabflüsse.

Tabelle 3.5: Mittlere Trockenwetterabflüsse

Abwasserart [-]	Abfluss [l/s]
Häusliches Schmutzwasser $Q_{H,aM}^{1)}$	10,81
Häusliches Schmutzwasser $Q_{H,aM}^{2)}$	8,80
Gewerbliches Schmutzwasser $Q_{G,aM}^{1)}$	2,94
Gewerbliches Schmutzwasser $Q_{G,aM}^{2)}$	2,00
Fremdwasser $Q_{F,aM}^{1)}$	12,19
Fremdwasser $Q_{F,aM}^{2)}$	15,00
Summe¹⁾	25,94
Summe²⁾	25,00

¹⁾ Aktuelles Berechnungsmodell ++Systems®

²⁾ Vorgabe Schmutzfrachtberechnung von Ingenieurbüro Miller, 2016:
Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand, Anlage 3.1

3.5 Niederschlagsbelastung

Der Markt Heroldsberg gehört, wie die anderen Abwassergäste, zur sog. „Hydraulischen Einheit“ der Klärwerke der Stadt Nürnberg, trägt zur Gesamtentlastungsfracht des Einzugsgebiets bei und ist damit Bestandteil der integralen Schmutzfrachtberechnung.

Als Niederschlagsbelastung für die Schmutzfrachtberechnung steht für das Stadtgebiet von Nürnberg eine 59 Jahre lange Niederschlagsreihe des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die Station Flughafen-Nürnberg zur Verfügung (1954-2012). Aufgrund des haltungsscharfen Berechnungsmodells ++ Systems® und der damit verbundenen hohen Rechenzeit bzw. Speicherbedarfs bei einer hydrodynamischen Berechnung kann das Gesamtnetz nicht mit dem Kontinuum (59 Jahre Niederschlagsaufzeichnungen) gerechnet werden. Bei einer Trennzeit zwischen zwei Regenereignissen von 3 Tagen entstehen aus dem Kontinuum 1.665 Einzelregen.

Als Niederschlagsbelastung wird das Jahr 1977 aus dem Kontinuum der Messstation Flughafen Nürnberg entsprechend dem Merkblatt Nr. 4.3/5 [2] verwendet. Diese



Vorgehensweise ist mit der Aufsichtsbehörde (WWA Nürnberg und LfU Bayern) abgestimmt. Das grundsätzliche Ziel ist, dass die Kürzung der Niederschlagsbelastung auf das Jahr 1977 zu keiner qualitativ anderen Bewertung führt als das gesamte Kontinuum.

Werden allerdings Aussagen zur Gewässerbelastung in Abhängigkeit von jahreszeitlichen Schwankungen und Erscheinungsjahr erwartet, ist ein vollständiges Kontinuum anzusetzen und zu bewerten.

Für die Abwassergäste wird dieselbe charakteristische Niederschlagsbelastung wie für das Stadtgebiet von Nürnberg angesetzt. Dabei werden die bei den einzelnen Abwassergästen von Nürnberg unterschiedlichen mittleren Jahresniederschlagshöhen berücksichtigt.

Die an der Messstation Flughafen Nürnberg gemessene Jahresniederschlagshöhe beträgt im Jahr 1977 $h_N = 609$ mm, während die Jahresniederschlagshöhe des Marktes Heroldsberg

$$h_N = 752 \text{ mm}$$

ist. Für das Einzugsgebiet des Marktes Heroldsberg werden deshalb die Regendaten des Jahres 1977 mit einem Faktor von $752/609 = 1,235$ multipliziert.

Die synthetische Regenreihe für den Markt Heroldsberg kann bei einer Berechnung des Gesamtnetzes nicht herangezogen werden, da es nach Abstimmung mit dem LfU Bayern nicht zielführend ist, unterschiedliche Regenreihen in einem Gesamteinzugsgebiet zu verwenden, insbesondere nicht in Verbindung mit einer gemessenen Regenreihe.

3.6 Verschmutzungskonzentrationen

3.6.1 Schmutzwasserkonzentration

Für die Bestimmung der Schmutzfrachten wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Abwasserarten und das Regenwasser eine bestimmte Verschmutzung aufweisen. Nach DWA-A 128 [1] ist der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) der maßgebende Parameter.

Die CSB-Konzentrationen für häusliches und gewerbliches Abwasser müssen im Berechnungsmodell einheitlich für das Gesamteinzugsgebiet (= hydraulische Einheit) festgelegt werden. Aufgrund einer Auswertung der Zuflüsse beider Kläranlagen der Stadt Nürnberg werden die in Tabelle 3.6 aufgeführten Werte für das häusliche und gewerbliche Abwasser angesetzt.



Tabelle 3.6: CSB-Konzentrationen Schmutzwasser

Abwasserart [-]	CSB-Konzentration [mg/l]
Häusliches Schmutzwasser ¹⁾	1.046
Häusliches Schmutzwasser ²⁾	1.010
Gewerbliches Schmutzwasser ¹⁾	2.294
Gewerbliches Schmutzwasser ²⁾	900

¹⁾ Aktuelles Berechnungsmodell ++Systems®

²⁾ Vorgabe Schmutzfrachtberechnung von Ingenieurbüro Miller, 2016:
Nachweisverfahren Lastfall Ist-Zustand, Anlage 3.1

Punktuelle Einzeleinleiter sind davon nicht betroffen und erhalten unverändert die CSB-Konzentrationen aus der vorliegenden Schmutzfrachtberechnung vom Ingenieurbüro Miller, August 2016. Die Einzeleinleiter sind in der Tabelle 3.7 zusammengestellt.

Tabelle 3.7: Einzeleinleiter-Konzentrationen

Gewerbebetrieb [-]	CSB-Konzentration [mg/l]
Schwan Stabilo	1.130
Sauer Kunststoff GmbH	900
Gaststätte + Hotel „Rotes Roß“	900
Schloßbad Heroldsberg	150
Gaststätte „Gelber Löwe“	900
Gaststätte „Don Camillo“	900
Bäckerei und Cafe „Volland“	900
Gaststätte „Aphrodite“	900
Gaststätte + Hotel „Föhrenhof“	900



3.6.2 Regenwasserkonzentration

Die mittlere CSB-Konzentration für das abfließende Regenwasser ergibt sich mit einem Schmutzfrachtpotenzial an der Oberfläche von 600 kg CSB/(ha·a), einer mittleren Jahresniederschlagshöhe von 752 mm/a und einem mittleren Gesamtabflussbeiwert von $\Psi = 0,66$ zu

$$c_R = 121 \text{ mg/l.}$$

Dieser Wert gilt für das gesamte Einzugsgebiet des Marktes Heroldsberg und gleichermaßen für Gebiete im Misch- und Trennverfahren.

4 Modellvalidierung

Eine Modellvalidierung, z. B. anhand gemessener Abfluss- und Niederschlagsdaten, kann nicht vorgenommen werden, da hierzu keine Messungen vorliegen.



5 Berechnungsergebnisse

Voraussetzung für eine Auswertung der entlasteten Schmutzfrachten ist eine im Vorlauf durchgeführte Kanalnetzrechnung. Dafür wird das Programm DYNA® eingesetzt. Es gehört nach DWA-A 110 [4] zur Gruppe 0 der hydrodynamischen Berechnungsmethoden mit Abflussganglinien. Die Abflussbildung und -konzentration auf der Oberfläche und der Transport im Kanalsystem werden in diesem Modell jeweils gesondert betrachtet.

In den Schmutzfrachtberechnungen werden für alle angesetzten Regenereignisse im Betrachtungszeitraum die Entlastungsdaten der Regenentlastungen wie jährliche Überlaufdauer, Überlaufhäufigkeit und Überlaufsumme (Wasser- und Schmutzfracht) an jedem Entlastungsbauwerk ermittelt. Anschließend wird eine jährliche Bilanzierung für alle Bauwerke im Einzugsgebiet durchgeführt, um den Nachweis nach DWA-A 128 [1] zu erstellen (Einhaltung der Zielgröße). Auszüge aus den Ergebnislisten des Gesamtsystems liegen im Anhang 3 bei. Diese enthalten:

- **Grundlagen** (allgemeine Berechnungsparameter der Hydraulik- und Schmutzfrachtberechnung, Gesamtzahl der Einwohner, Gesamtflächen, Summen der Komponenten des Trockenwetterabflusses, Schmutzkonzentrationen der Einzeleinleiter, Regenwasserkonzentrationen, Angaben zum Niederschlag)
- **Frachten und Konzentrationen** (Schmutzkonzentrationen in Zulauf und Entlastung, absolute und spezifische Entlastungsfrachten, Mischungsverhältnisse und Entlastungsraten)

5.1 Bewertung Entlastungsfracht

Für das Gesamteinzugsgebiet der beiden zentralen Kläranlagen wird eine Entlastungsfracht von

$$SF_e = 1.436.639 \text{ kg CSB/a}$$

auf der Basis eines nach Arbeitsblatt A 128 – Anhang 3 [1] ermittelten Zentralbeckenvolumens von

$$V_{ZB} = 106.770 \text{ m}^3$$

berechnet. Aufgrund der weitergehenden Anforderungen wird die Zielgröße für das Gesamtsystem auf 85 % reduziert, so dass die einzuhaltende maximale CSB-Entlastungsfracht

$$SF_{e,max, gesamt} = 1.221.143 \text{ kg CSB/a}$$

beträgt (Arbeitsstand August 2019).



Das Gesamtgebiet (aktuelle Berechnung November 2019) entlastet eine Entlastungsfracht von

$$\mathbf{SF_{e, \text{gesamt}} = 875.831 \text{ kg CSB/a.}}$$

Zu dieser Entlastungsfracht sind noch die individuellen Zuschläge zu berücksichtigen, welche erst nach Fertigstellung sämtlicher Einzelnachweise abschließend festgelegt werden können. Auch unter Berücksichtigung der Zuschläge werden die zulässigen CSB-Entlastungsfrachten und somit die Anforderungen an eine ausreichende Regenwasserbehandlung im Gesamteinzugsgebiet der beiden zentralen Kläranlagen eingehalten.

Diese Aussage schließt die Regenwasserbehandlungsbauwerke des Marktes Heroldsberg mit ein. Dennoch erscheint eine getrennte Betrachtung der Abwassergäste sinnvoll, indem den Gästen ein „Anteilskontingent“ an der Gesamtentlastungsfracht zugewiesen wird. Nur so kann beurteilt werden, ob jeder Abwassergast für sich eine ausreichende Regenwasserbehandlung betreibt. Als geeignete Kenngrößen werden die (flächenbezogene) Schmutzfrachtentlastungsrate SF_e und die Regenabfluss-spende q_r herangezogen, für Einzelbauwerke und vor allem für den jeweiligen Abwassergast insgesamt.

Die flächenspezifische Entlastungskenngröße für das Gesamteinzugsgebiet der Klärwerke der Stadt Nürnberg beträgt:

$$\mathbf{SF_{e, \text{Au, gesamt}} = 270 \text{ kg CSB/(ha} \cdot \text{a)}}$$

Mit zunehmender Niederschlagshöhe erhöht sich trotz abnehmender mittlerer Regenwasserkonzentration die Entlastungsfracht. Für eine Beurteilung des Marktes Heroldsberg kann aufgrund der dort höheren mittleren Jahresniederschlagshöhe von 752 mm diesem Abwassergast eine zulässige flächenspezifische Entlastungsgröße

$$\mathbf{SF_{e, \text{Au, Heroldsberg}} = 324 \text{ kg CSB/(ha} \cdot \text{a)}}$$

zugestanden werden. Dieser Wert ergibt sich aus dem Verhältnis der Jahresniederschlagshöhe in Heroldsberg zu der mittleren gewichteten Jahresniederschlagshöhe im Gesamtgebiet ($h_{N, \text{gew}} = 627 \text{ mm/a}$), mit der das Zentralbeckenvolumen berechnet worden ist.

Hieraus ergibt sich der Anteil des Marktes Heroldsberg an der zulässigen Gesamtentlastungsfracht näherungsweise zu

$$\mathbf{SF_{e, \text{max, Heroldsberg}} = 28.642 \text{ kg CSB/a}}$$

Diese Zielgröße wird von den Entlastungsbauwerken in Markt Heroldsberg mit

$$\mathbf{SF_{e, \text{Heroldsberg}} = 22.399 \text{ kg CSB/a}}$$



eingehalten. Die individuellen Zuschläge sind enthalten.

5.2 Einzelnachweise

Für sämtliche Entlastungsbauwerke werden gemäß DWA-A 128 [1], DWA-M 177 [6], DWA-A 166 [5], DWA-A 111 [7], DWA-A 110 [4] und DWA-M 176 [9] und BFLW Merkblatt 4.4/22 [8] die erforderlichen Einzelnachweise erstellt.

Die hydraulischen Einzelnachweise jedes Bauwerks enthalten (hier aufgeführt für ein Durchlaufbecken):

- Allgemeine Angaben (Einzugsgebiet, Trockenwetterkomponenten und –konzentrationen, kritische Regenspende und Prüfgrößen zur Bauwerksgestaltung)
- Angaben zum weiterführenden Abfluss (Drosselleistung und Regenabflussspende) sowie zum Bauwerk (Volumina im Bauwerk und vorgelagerten Kanalvolumen)
- Angaben zum spezifischen Speichervolumen, Entleerungsdauer und Mischverhältnis (mit den wichtigen Kenngrößen Trockenwetter- und Entlastungskonzentration)
- Angaben zu horizontaler Fließgeschwindigkeit, Oberflächenbeschickung und zum Klärüberlauf (nur bei Durchlaufbecken)
- Angaben zum Beckenüberlauf
- Angaben zu den Entlastungskenngrößen (absolute und spezifische Entlastungsraten)

Bei Fangbecken und Regenüberläufen entfallen einige dieser Angaben.

Die Regenabflussspende beider Klärwerke der Stadt Nürnberg, als wichtiger Vergleichswert für die Drosseleinstellungen der Regenentlastungen, beträgt

$$q_{RZKA,Au} = 0,920 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}.$$

Das spezifische Mindestspeichervolumen beträgt

$$V_{S,min,Au} = 7,13 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

Diese Zahlenwerte gelten für den Arbeitsstand August 2019.

Zusammenfassend kann, mit Blick auf das Gesamtsystem (hydraulische Einheit), das Entlastungsverhalten der Mischwasserbehandlungsanlagen in Heroldsberg als ausgewogen angesehen werden.

Die durchgeführten detaillierten Einzelnachweise sind in Anhang 4 für jedes Bauwerk separat und wichtige charakteristische Kennwerte in nachfolgender Tabelle 5.1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5.1: charakteristische Kennwerte – Berechnung Gesamtsystem



Entlastungsbauwerk [.-.]	V_s [m ³ /ha]	q_{Dr} [l/s ha]	$SF_e^{1)}$ [kg/ha a]	m [-]	q_A [m/h]	$v_{h,EBW}$ [m/s]	t_e [h]
RÜ 01 (Vor der Kläranlage)	-	25,4	53	106,9	-	-	-
RÜB 02 (Wiesenweg)	35,1	0,934	497	15,3	-	0,39	5,7
RÜ 03 (Postgässchen)	-	13,9	60	140,1	-	-	-
RÜB 04 (Festplatz)	24,2	0,903	312	20,9	-	0,23	7,5
RÜB 05 (In der Kläranlage)	213,8	0,896	50	14,6 ²⁾	2,33	-	11,0

¹⁾ Direkteinzugsgebiet inkl. Zuschlag

²⁾ Mischverhältnis am Klärüberlauf

5.2.1 Regenüberläufe

Für jeden Regenüberlauf wird die kritische Regenspende Q_{krit} und das Mischverhältnis m bestimmt und den Grenzwerten gegenübergestellt. Gemäß dem aktuellen Merkblatt 4.4/22 [8] kann auch bei weitergehenden Anforderungen die kritische Regenspende mit

$$r_{krit} = 15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$

angesetzt werden. Das einzuhaltende Mindest-Mischverhältnis wird mit

$$m_{min} = 7$$

und das anzustrebende Mindest-Mischverhältnis mit $m = 15$ angesetzt.

Diese wesentlichen Kriterien werden am RÜ 1 (Vor der Kläranlage) und RÜ 903 (Postgässchen) eingehalten.

5.2.2 Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle

Bei den Regenüberlaufbecken und Stauraumkanälen werden, je nach Beckentyp und Anordnung, unterschiedliche Nachweise erstellt. Grundsätzlich werden bei allen Bauwerken das Mindestvolumen V_{min} , das Mischverhältnis m , die Entleerungsdauer t_e und die horizontale Fließgeschwindigkeit v_h berechnet und mit den Sollwerten verglichen. Ein Nachweis der Oberflächenbeschickung q_a erfolgt nur für die Durchlaufbecken.

Das Mindestvolumen, die Entleerungszeit und auch das Mindestmischverhältnis von $m_{min} = 7$ wird bei allen Regenüberlaufbecken und Stauraumkanälen eingehalten.



Das anzustrebende Mischverhältnis $m_{\min} = 15$ wird beim RÜB 902 (Wiesenweg), RÜB 904 (Festplatz) vollständig eingehalten und beim RÜB 905 (In der Kläranlage) nur knapp unterschritten. Für die Berechnung des Mischverhältnisses wird gemäß [6] eine separate Berechnung durchgeführt, bei der die CSB-Konzentration für den Niederschlagsabfluss auf Null gesetzt wird ($c_r = 0$).

Die Entleerungszeiten werden für das vollständige Entleeren des gesamten Speichervolumens ermittelt. Dabei steht bei Regenbecken oder Stauraumkanälen im Hauptschluss dem Entleerungsabfluss die Differenz aus weiterführendem Abfluss Q_{Dr} abzüglich des mittleren Trockenwetterabflusses $Q_{T,aM}$ zur Verfügung. Ggf. vorhandene Entleerungspumpen für Speicherräume im Nebenschluss werden separat berücksichtigt. Die Vorgabewerte für die Entleerung der Speicherräume werden eingehalten.

Der Stauraumkanal RÜB 904 (Festplatz) erfüllt den Vorgabewert für die horizontale Fließgeschwindigkeit v_h an der Entlastungsstelle, der Stauraumkanal RÜB 902 (Wiesenweg) überschreitet den Wert geringfügig. Die Schwellenbelastung beider Stauraumüberläufe liegt unter dem Vorgabewert.

Der Nachweis für die Oberflächenbeschickung q_a wird lediglich für das RÜB 905 (In der Kläranlage) erstellt und kann sowohl für den gesamten kritischen Mischwasserabfluss $Q_{\text{krit,ges}}$ und entsprechend auch für einen auf das Volumen der Sedimentationskammer verminderten kritischen Mischwasserabfluss $Q_{\text{krit,DB}}$ erfüllt werden.



6 Zusammenfassung

Die SUN muss für das Gesamteinzugsgebiet der beiden zentralen Kläranlagen in Nürnberg den Nachweis erbringen, dass die entlasteten Frachten kleiner als die für ein Zentralbecken nach DWA-A 128 [1] berechnete Entlastungsfracht sind. Für die Stadt Nürnberg liegt ein haltungsscharfes hydraulisches Berechnungsmodell ++ Systems® aus dem GEP [3] vor. Für die demnächst insgesamt sieben Abwassergäste wird auf Basis der bereitgestellten Unterlagen das Berechnungsmodell haltungsscharf und mit allen Bauwerken erweitert, so dass unter gleichen Voraussetzungen die entlasteten Frachten für die Abwassergäste und für das Gesamteinzugsgebiet der der Stadt Nürnberg berechnet werden können.

Das für den Markt Heroldsberg erstellte Berechnungsmodell ++ Systems® inkl. der darin definierten Sonderbauwerke wird abschließend in das Berechnungsmodell der Stadt Nürnberg integriert. Wesentliche Grundlage für den Modellaufbau sind die bereitgestellten Unterlagen. Da der Markt Heroldsberg einen Anschluss an das städtische Kanalnetz der Stadt Nürnberg anstrebt, werden zudem umfangreiche Überlegungen zur Überleitungsmenge, dem Umbau bzw. Nutzung vorhandener Speichervolumina auf dem bestehenden Kläranlagengelände und auch eine Optimierung der weiterführenden Abflüsse an den Entlastungsbauwerken untersucht.

Die Berechnung der Entlastungsfrachten des Marktes Heroldsberg erfolgt im Berechnungsmodell ++ Systems® für das Gesamtnetz im Einzugsgebiet der beiden Kläranlagen der Stadt Nürnberg.

Die wesentlichen Kriterien bei den Einzelnachweisen werden erfüllt und bezogen auf das Gesamtsystem (hydraulische Einheit) können die Entlastungsbauwerke nach Anpassung der Drosselabflüsse und durch Hinzunahme der Speichervolumina auf der Kläranlage als ausgewogen angesehen werden.

München, 17. Februar 2019

Dr.-Ing. Pecher und Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

Für die Bearbeitung

Für die Schmutzfrachtberechnung

Dipl.-Ing.
Stefan Braunschmidt

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm
Daniel Ulbrich



LITERATURVERZEICHNIS

- [1] ATV: Arbeitsblatt ATV-A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen, 1992
- [2] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Regionalisierte Niederschlagsreihen für Schmutzfrachtberechnungen nach ATV-Arbeitsblatt 128 - Merkblatt Nr. 4.3/5, 1996
- [3] ARGE DORSCH- Grontmij: Hydrodynamische Kanalnetzüberrechnung - Generalentwässerungsplan, 2018
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -Kanälen, 2006
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 166: Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung , 2013
- [6] ATV-DVWK: Merkblatt ATV-DVWK-M 177: Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele , 2001
- [7] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 111: Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen , 2010
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Anforderungen an die Einleitungen von Schmutz- und Niederschlagswasser - Merkblatt 4.4/22 , 2018
- [9] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Merkblatt DWA-M 176: Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung , 2013



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Erläuterungsbericht

PLANVERZEICHNIS

Anlage	Blatt	Inhalt	Maßstab
2	1	Übersichtslageplan Direkteinzugsgebiete	1:5.000

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1 Kennwerte Entlastungsbauwerke
Anhang 2 Systemplan
Anhang 3 Auszug Ergebnislisten der Schmutzfrachtberechnung (Gesamtsystem
Erweiterter Ist-Zustand)
Anhang 4 Einzelnachweise

Kennwerte Entlastungsbauwerke

Bauwerk [-]	Bezeichnung	Art [-]	Anordnung [-]	V _{Becken} [m ³]	V _{SK} [m ³]	V _{SK} ³⁾ [m ³]	V _{TBW} [m ³]	V _{Gesamt} [m ³]	Q _{Dr} [l/s]	Drosseltyp [-]
RÜ 901 ¹⁾		RÜ	HS			17	20	37		- Drosselstrecke
RÜ 01 ²⁾	Vor der Kläranlage	RÜ	HS			10		10	329	Drosselstrecke DN 400
RÜB 902 ¹⁾		SKZ	HS		1.295	114	13	1.422	90 ⁴⁾	
RÜB 02 ²⁾	Wiesenweg	SKU	HS		1.007	609		1.616	63	Alpheus
RÜ 903 ¹⁾		RÜ	HS			188	25	213		- Drosselstrecke
RÜ 03 ²⁾	Postgässchen	RÜ	HS			169		169	443	Drosselstrecke DN 400
RÜB 904 ¹⁾		SKO	HS		544	226	30	800	40 ⁴⁾	
RÜB 04 ²⁾	Festplatz	SKO	HS		520	216		736	29	Waagedrossel
RÜB 905 ⁵⁾		DB	NS	3.084		44	7	3.135	105 ⁴⁾	Pumpstation
RÜB 05 ²⁾	In der Kläranlage	DB	NS	1.250		7		1.257	100	Schieber
Summe¹⁾				3.084	1.839	589	95	5.607		
Summe²⁾				1.250	1.527	1.011	0	3.788		

¹⁾ Aktuelles Berechnungsmodell ++Systems®

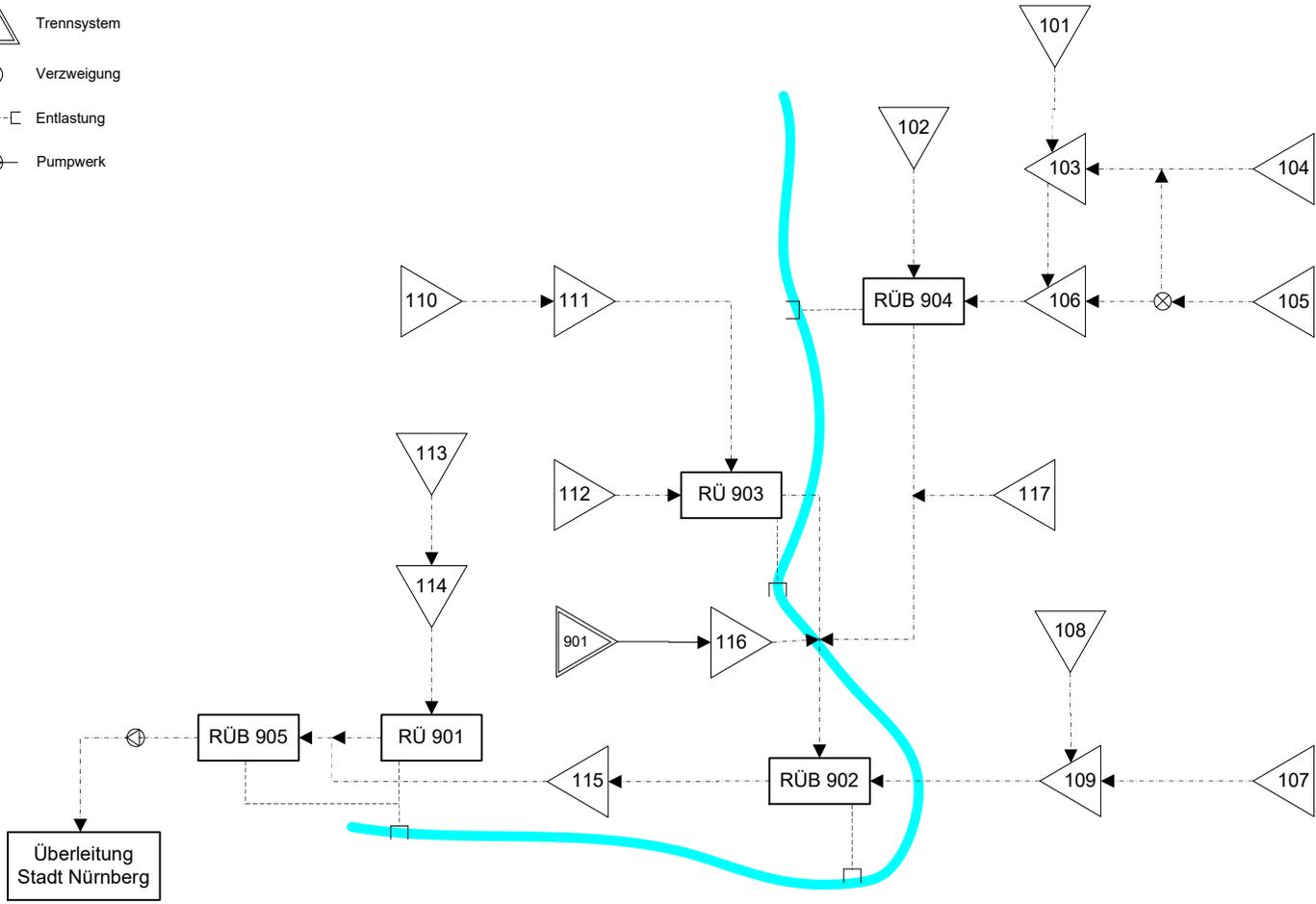
²⁾ Angabe gemäß der Schmutzfrachtberechnung Ist-Zustand, erstellt von Ingenieurbüro Miller, 2016

³⁾ Querschnittshöhe größer 300 mm, ohne Abzug des Trockenwetterabflusses

⁴⁾ Drosselabflüsse - Lastfall Optimierung

⁵⁾ RÜB 05 wird gemäß des Betriebskonzeptes und des dazugehörigen Lageplanes der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) eingepflegt







Grundlagen (1/8)

Projekt:

Variante: SFB_Ist_1977

Berechnungsparameter aus Hydraulikberechnung

Hydraulikvariante: SFB_Ist_1977									
Regenabfluss	durchlässig				undurchlässig				
Muldenspeicher [mm]	DMUL[1]	DMUL[2]	DMUL[3]	DMUL[4]	BMUL[1]	BMUL[2]	BMUL[3]	BMUL[4]	
	4,00	3,00	2,50	2,00	1,00	0,90	0,80	0,60	
Geschw. Beiw.	4,00				70,00				
Fließlänge [m]	50,00				35,00				
Versickerung	+++ANFA	+++ENDV	+++RKON						
	160,00	20,00	0,06						
Bodenspeicher [mm]	15,14								
Verlustabzug	Während des gesamten Niederschlagsabflussprozesses								
Vorfüllung [%]	0,00	Anfangsverlust [mm]					1,00		
Dauerverlust [l/(s*ha)]	0,40	Anteil der Abflusswirksamen durchlässigen Fläche					1,00		

Wichtige angesetzte Transportparameter

TRFT - Faktor Trockenwettervolumen:	2,00	MINimale Berechnungsdauer [min]:	20,00
PROZentsatz Auslauf/Einlaufmenge:	101,00	VERLustparameter Standard-/Regelschacht:	0,00
Trockenwettervorlaufzeit:	20,00	VDEL - Grenzwert für Volumenänderung [%]:	15,00
TRMX - max. Nachlaufzeit nach Regenende:	4.320,00	XDELta - Größtes Längenintervall [m]	150,00
GRUNDfläche des Standardsschachtes:	0,79	SPAL - Breite des Preissmann-Slots / Profilhöhe:	0,05
STRAßen bzw. Ausbreitungsfläche:	100,00	FDDD - Fläche des Knoten-Slots [m²]:	0,50
Burn-In Zeit:	810,00	GENA - Genauigkeit der Flutkurven:	0,00
Laufzeitkontrolle:	automatisch		

Berechnungsparameter für die Auswertung der Schmutzfrachtsimulation

Ausgabezeitschritt [min]	15,00
Ereignistrennzeit [min]	4.320,00
Grenzdurchfluss [l/s]	10,00
Trockenwetterabweichung [%]	20,00



Grundlagen (2/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

Schmutzfrachtparameter

spezifischer Schmutzwasseranfall QH	
[l(E*d)]	Anzahl der Einwohner
0,00	0,00
48,00	477,10
49,00	11.709,49
75,00	11.901,09
90,00	24.292,46
100,00	79.567,14
103,00	9.057,92
110,00	131.623,51
119,10	5.833,95
120,00	116.299,90
125,00	22.580,05
130,00	58.400,83
139,00	3.120,00
140,00	29.961,67
150,00	19.042,89
160,00	10.337,07
170,00	6.495,04
180,00	31.714,33
250,00	1.410,46

Auflistung der berücksichtigten Einleiter QG			
Gaststätte + Hotel "Rotes Roß"	Sportzentr./Hallenbad	Tiergarten	Sumitomo (SHI) Demag
Rangierbahnhof	TAM GmbH	RW-Zufluss	Schwan Stabilo
Zapf	Gaststätte "Gelber Löwe"	Gaststätte und Hotel "Föhrenhof"	Metzgerei Drexler
Gaststätte "Don Camillo"	Sauer Kunststoff GmbH	ARAL	Enteisung_Flughafen
Bachmeier	Gaststätte "Aphrodite"	Klinikum Nord	Retterspitz
Bäckerrei und Cafe "Volland"	Schenker	Schloßbad Heroldsberg	Schlüttter
Deponie			



Grundlagen (3/8)

Projekt:

Variante: SFB_1st_1977

Schmutzfrachtparameter

Angesetzte Abwasserganglinien, absolut/normiert				
Ganglinie	Typ	Zeit	Anzahl Hal.	
FW_Tag	Fremd	Tag	44619	
HA_Tag(HE)	Häuslich	Tag	1397	
FW_Jahr	Fremd	Jahr	44619	
GE_Tag(SG)	Gewerblich	Tag	1349	
HA_Tag(SW)	Häuslich	Tag	1761	
Q (5WT + 2WE)/7	Gewerblich	Tag	55766	
GE_Tag(10)	Gewerblich	Tag	21566	
HA_Tag(SG)	Häuslich	Tag	6002	
GE_Tag(24)	Gewerblich	Tag	8	
GE_Tag(HE)	Gewerblich	Tag	1390	
Sommer-Winter	Häuslich	Jahr	1	



Grundlagen (4/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

Berechnungsergebnisse - Vorlauf Hydraulik

Übersicht der Berechnungsergebnisse - Vorlauf Hydraulik				
	Mischsystem	Schmutzwasser	Regen	Gesamt
Ergebnisse ohne Außengebiete/Flutkurven				
Anzahl der Abschnitte	38161	2470	2826	43457
Gesamtlänge der eingegebenen Abschnitte [m]	1.454.683	94.550	91.829	1.641.062
Gesamtes Kanalvolumen [m³]	692.992,25	12.611,86	25.803,38	731.407,49
Einwohnerzahl	530962	42814	24	573800
Gesamteinzugsfläche [ha]	9.708,78	973,67	309,23	10.991,68
Gesamte befestigte Fläche [ha]	4.306,15	47,10	200,15	4.553,41
Mittlerer Befestigungsgrad	0,44	0,00	0,65	0,45
Gesamtes Häusliches Abwasser QH über AE [l/s]	736,11	55,95	0,00	792,06
Gesamtes Gewerbliches Abwasser QG über AE [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamtes Fremdwasser QF über AE [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamtes Schmutzwasser QS=QH+QG über AE [l/s]	736,11	55,95	0,00	792,06
Trockenwetterabfluss QT=QS+QF über AE [l/s]	736,11	55,95	0,00	792,06
Gesamtes Häusliches Abwasser QH punktuell [l/s]	56,29	2,30	0,00	58,59
Gesamtes Gewerbliches Abwasser QG punktuell [l/s]	302,14	6,14	0,00	308,28
Gesamtes Fremdwasser QF punktuell [l/s]	641,08	85,76	17,19	744,03
Schmutzwasserabfluss (direkt) QSd punktuell [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamtes Schmutzwasser QS=QH+QG+QSd punktuell [l/s]	358,42	8,44	0,00	366,86
Trockenwetterabfluss (direkt) QTd punktuell [l/s]	0,00	0,00	0,00	0,00
Trockenwetterabfluss QT=QS+QF+QTd punktuell [l/s]	999,51	94,20	17,19	1.110,90
Gesamtes Häusliches Abwasser QH gesamt [l/s]	792,40	58,25	0,00	850,65
Gesamtes Gewerbliches Abwasser QG gesamt [l/s]	302,14	6,14	0,00	308,28
Gesamtes Fremdwasser QF gesamt [l/s]	641,08	85,76	17,19	744,03
Gesamtes Schmutzwasser QS=QH+QG gesamt [l/s]	1.094,53	64,39	0,00	1.158,92
Trockenwetterabfluss QT=QS+QF gesamt [l/s]	1.735,61	150,15	17,19	1.902,95
Ergebnisse mit Außengebieten/Flutkurven				
Anzahl der Sonderbauwerke				685
Einwohnerzahl				573799
Gesamteinzugsfläche [ha]				10.991,68
Gesamte befestigte Fläche [ha]				4.553,40
Gesamte durchlässige Fläche [ha]				6.438,28



Grundlagen (5/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

Berechnungsergebnisse - Vorlauf Hydraulik

Übersicht der Berechnungsergebnisse - Vorlauf Hydraulik				
	Mischsystem	Schmutzwasser	Regen	Gesamt
Mittlerer Befestigungsgrad				0,45
Gesamtes Häusliches Abwasser QH [l/s]				850,64
Gesamtes Gewerbliches Abwasser QG [l/s]				308,28
Gesamtes Fremdwasser QF [l/s]				744,03
Schmutzwasserabfluss (direkt) [l/s]				0,00
Gesamtes Schmutzwasser QS=QH+QG [l/s]				1.158,92
Trockenwetterabfluss (direkt) [l/s]				0,00
Trockenwetterabfluss QT=QS+QF [l/s]				1.902,95



Grundlagen (6/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

spezifische Schmutzfrachtdaten

Schmutzwasserkonzentrationen	
Abwasserart	CSB [mg/l]
ARAL	900,00
Bachmeier	900,00
Bäckerrei und Cafe "Volland"	900,00
Deponie	2.294,00
Enteisung_Flughafen	510.000,00
Fremdwasser	0,00
Gasstätte + Hotel "Rotes Roß"	900,00
Gaststätte "Aphrodite"	900,00
Gaststätte "Don Camillo"	900,00
Gaststätte "Gelber Löwe"	900,00
Gaststätte und Hotel "Föhrenhof"	900,00
Gewerbliches SW	2.294,00
Häusliches SW	1.046,00
Klinikum Nord	3.200,00
Metzgerei Drexler	2.000,00
RW-Zufluss	0,00
Rangierbahnhof	2.294,00
Regenwasser (MW)	107,00
Regenwasser (RW)	107,00
Retterspitz	900,00
Sauer Kunststoff GmbH	900,00
Schenker	2.294,00
Schloßbad Heroldsberg	150,00
Schlüttter	650,00
Schwan Stabilo	1.130,00
Sportzentr./Hallenbad	900,00
Sumitomo (SHI) Demag	900,00
TAM GmbH	900,00
Tiergarten	900,00
Zapf	900,00



Grundlagen (7/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

spezifische Schmutzfrachtdaten

Regenwasserpotentiale		
Regenwasserart	CSB [kg/ha/a]	
Mischwasser	600,00	
Regenwasser	600,00	

Regenwasserkonzentrationen		
Neigungsgruppe	CSB [mg/l]	
0	156,00	
1	152,04	
2	146,94	
3	140,78	
4	154,33	

Kläranlagenablauf		
	CSB	
bei Regenwetter		
bei Trockenwetter		



Grundlagen (8/8)

Projekt:

Variante: SFB_lst_1977

Niederschlagsdaten

Niederschlag	+++REGE:MODE, Gebietsniederschlag Gesamt
Regendatei	
Regentrennzeiten	4.320,00

lfd.Nr.	Beginn	Ende	Dauer	Regen- höhe	Regen- dauer	Regen- anzahl	Regenwasserkonzentration		Schmutzfrachtabtrag	
							CSB		CSB	
				[mm]	[min]		[mg/l]		[kg]	
gesamt	07.01.1977 03:20	04.01.1978 08:00	12 m 2 d 4 h 40 m	623,75	305.250,00	29	154			2.707.908,87
1977	07.01.1977 03:20	04.01.1978 08:00	12 m 2 d 4 h 40 m	623,75	305.250,00	29	154			2.707.908,87

Frachten und Konzentrationen (1/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hvd,Var:SFB Ist:1977 | Schmu,Fra,Var:SFB Ist:1977 | Datum:02.12.2019 | ++SYSTEMS v.11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Zulauf		Maximum	SFzu	IId. Nr.	Typ	Emission			Mischverhältnis		Emissionsrate	
		CT	CMW	CT	CMW					Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu	m (A 128)		m0 (M 177)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10 ³ kg/a	10 ³ kg/a	mg/l	10 ³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	-	-	e	
RÜB 1 Kraftshof																
FB	1	1977	298	268	475	411	58,529	1	BUE	173	0	2,410	199,554	7,405	7,591	4,117
RÜB 2 Neunhof																
FB	2	1977	395	335	600	502	75,238	1	BUE	171	0	2,421	173,407	15,075	13,442	3,217
RÜB 10 Birnthon																
FB	3	1977	270	244	434	365	5,362	1	BUE	158	0	0,075	60,531	54,928	57,855	1,402
RÜB 11 Neunmühlweg																
FB	4	1977	636	488	822	675	29,640	1	BUE	160	0	0,114	36,278	124,104	127,923	0,383
RÜB 12 Gerasmühle																
DB	5	1977	267	236	683	540	53,156	1	KUE	89	0	4,848	430,712	0,000	16,503	9,121
								2	BUE	65	0	1,351	120,032	0,000	58,892	2,542
								gesamt		84	0	6,199	550,744	2,196	2,196	0,117
RÜB 13 Reichelsdorf																
FB	6	1977	831	589	934	773	65,795	1	BUE	181	0	1,219	119,585	26,007	26,240	1,853
RÜB 15 Remmühlstraße																
FB	7	1977	703	496	867	592	117,629	1	BUE	173	0	4,808	200,033	30,864	30,969	4,087
								2	KBw	186	0	12,933	538,097	17,072	17,245	10,985
								gesamt		183	0	17,741	738,130	19,473	2,846	0,151
RÜB 17 Mühlhof																
DB	8	1977	698	488	877	728	351,001	1	KUE	144	0	3,145	235,038	138,138	24,729	0,896



Frachten und Konzentrationen (2/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist: 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist: 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf		Mittelwert	Maximum	Sfzu	Ist. Nr.	Typ	Entlastung			Mischverhältnis		Entlastungsrate			
		CT	CMW						CT	CMW	SFzU	Ce	Ce		SFe/ΣAu	m (A 128)	m0 (M 177)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	-	10³ kg/a	mg/l	mg/l	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	e		
RÜB 18 Eilwanger Straße																	
FB	9	1977	694	527	881	731	190,197	1	BUE	193	0	4,682	385,446	13,677	13,706	2,462	
								2	KBw	269	0	25,241	2.078,094	3,756	3,773	13,271	
								gesamt		257	0	29,923	2.463,541	1,317,367	4,319	1,688	0,157
RÜB 19 Steinhausenweg																	
FB	10	1977	742	608	958	754	1.304,041	1	BUE	184	0	2,548	110,467	20,010	20,204	0,195	
RÜB 20 Tizianstraße																	
DB	11	1977	857	666	1.132	891	569,433	1	KUE	211	0	15,525	467,001	11,641	11,885	2,726	
RÜB 21 Worzeldorf																	
DB	12	1977	477	400	626	489	80,832	1	KUE	172	0	1,815	146,761	18,677	18,982	2,245	
RÜB 22 Apinussr.																	
DB	13	1977	691	566	1.008	765	1.713,956	1	KUE	170	0	2,245	17,542	24,028	36,260	0,131	
RÜB 23 Herpersdorf																	
FB	14	1977	411	349	594	504	22,856	1	BUE	158	0	0,130	32,800	125,009	134,128	0,567	
RÜB 24 Brunn																	
FB	15	1977	286	254	454	360	59,035	1	BUE	162	0	1,466	112,215	20,951	23,019	2,483	
RÜB 4 Großgrundlach																	
DB	16	1977	484	426	704	588	1.151,910	1	KUE	199	0	7,700	131,653	6,546	6,404	0,668	
								2	BUE	159	0	1,112	19,020	95,428	84,228	0,097	
								gesamt		194	0	8,813	150,673	150,749	7,539	1,490	0,008



Frachten und Konzentrationen (3/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hvd,Var:SFB Ist:1977 | Schmu,Fra,Var:SFB Ist:1977 | Datum:02.12.2019 | ++SYSTEMS v.11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Zulauf		Maximum	SFzu	Ist. Nr.	Typ	Emission			Mischverhältnis		Emissionsrate	
		CT	CMW	CT	CMW					Ce	Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu		m (A 128)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	-	mg/l	mg/l	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	e
RÜB 5 Westtorgaben																
FB	17	1977	1.537	1.215	1.658	1.376	715,303	1	BUE	284	0	12,719	600,350	9,775	9,792	1,778
RÜB 6 Schmiegling																
DB	18	1977	802	636	9,202	4,683	5,703,442	1	KUE	223	0	61,173	137,290	7,861	9,402	1,073
								2	BUE	167	0	7,180	16,114	36,183	58,799	0,126
								gesamt		217	0	68,353	153,405	8,631	2,691	0,012
RÜB 7 Mettingstr.																
DB	19	1977	689	610	937	771	590,976	1	KUE	171	0	2,200	60,661	33,404	33,737	0,372
RÜB 8 Gaulnhofen																
DB	20	1977	591	456	731	536	154,727	1	KUE	186	0	8,396	333,821	13,207	13,309	5,426
RÜB 9 Pflieureuth																
DB	21	1977	580	484	923	658	435,376	1	KUE	163	0	0,471	28,180	60,087	61,943	0,108
								2	BUE	159	0	0,245	14,636	127,101	132,765	0,056
								gesamt		162	0	0,716	42,816	79,841	73,390	0,002
RÜ 106 Thomasiusstraße																
RUE	22	1977	636	468	806	667	10,966	1	RUE	162	0	0,270	157,478	84,602	76,266	2,464
RÜ 109 Brandenburger Str.																
RUE	23	1977	447	361	633	496	5,485	1	RUE	166	0	0,053	46,284	28,073	31,252	0,963
RÜ 112 Neumühlweg																
RUE	24	1977	623	462	843	667	9,075	1	RUE	158	0	0,083	48,697	206,088	212,989	0,915



Frachten und Konzentrationen (4/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Maximum		Ist. Nr.	Typ	Mittelwert	Entlastung		Mischverhältnis		Entlastungsrate			
		CT	CMW	CT	CMW				SFzu	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu		m (A 128)	m0 (M 177)	
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	mg/l	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	e			
RÜ 114 Caddobzburger Straße																
RUE	25	1977	637	401	949	651	47.607	1	RUE	249	0	12.439	1.642.496	4.166	4.559	26.129
RÜ 120 Kloster-Ebrach-Straße																
RUE	26	1977	747	592	1.088	771	233.475	1	RUE	162	0	0.236	70.976	105.296	111.154	0.101
RÜ 19 Marienfortgraben																
RUE	27	1977	1.628	1.244	1.879	1.479	299.422	1	RUE	170	0	0.996	74.063	99.992	96.568	0.396
RÜ 3 Erlenstegen																
SKU	28	1977	986	680	1.830	1.488	57.542	1	SUE	168	0	2.029	36.607	69.248	72.193	3.525
RÜ 304 Klmitstraße																
RUE	29	1977	563	466	743	608	4.000	1	RUE	158	0	0.019	36.461	184.997	189.911	0.471
RÜ 32 Kaiserstraße																
RUE	30	1977	1.702	1.355	1.966	1.606	276.234	1	RUE	189	0	0.112	18.397	46.499	46.973	0.041
RÜ 39 Spittlerfortgraben																
RUE	31	1977	1.467	1.147	1.642	1.356	1.415.754	1	RUE	171	0	1.329	21.499	83.380	80.421	0.094
RÜ 412 Volkacher Str.																
RUE	32	1977	286	264	474	370	87.511	1	RUE	157	0	0.012	0.833	94.559	91.284	0.013
RÜ 43 Pralentr.-Kleinweidmühle																
RUE	33	1977	1.468	1.194	1.617	1.361	839.621	1	RUE	179	0	0.856	76.466	54.894	53.784	0.102



Frachten und Konzentrationen (5/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist: 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist: 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Zulauf		Mittelwert	Typ	Id. Nr.	Erlastung			Mischverhältnis		Erlastungsrate		
		CT	CMW	CT	CMW				SFzu	Ce	Ce	SFe	SFe/Au		ΣSFe/ ΣAu	m (M 177)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10 ³ kg/a	-	-	mg/l	10 ³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	%		
RU 54 Wehrgartenstraße																
RUE	34	1977	502	458	721	581	11,429	1	RUE	164	0	0,041	83,179	43,489	37,686	0,359
RU 59 Ostendstraße																
RUE	35	1977	914	783	1.776	1.142	72,811	1	RUE	162	0	0,153	39,030	120,054	120,467	0,211
RU 26 / RUSK 6 Insel Schütt																
SKZ	36	1977	1.602	1.061	1.744	1.275	13,064	1	BUE	249	0	0,571	371,304	14,463	14,427	4,374
RÜB 14 Maximilianstr																
DB	38	1977	819	711	1.110	894	10,579,215	1	KUE	231	0	120,907	172,858	7,841	7,932	1,143
								2	BUE	0	0	0,000	0,000	-9999,000	-9999,000	-9999,000
								gesamt	231	0	120,907	172,858	3,844	2,546	2,546	0,011
RÜB 16 Adolt-Braun-Str.																
DB	39	1977	787	641	1.055	876	6,769,303	1	BUE	214	0	94,573	153,209	9,852	10,003	1,397
RU 49_50 Reutersbrunnenstraße																
RUE	40	1977	1.328	1.028	1.407	1.159	244,793	1	RUE	167	0	0,569	36,415	108,083	105,633	0,232
RU 66 / RUSK 11 Erlenstegestr.																
SKO	41	1977	865	620	1.400	914	40,952	1	SUE	165	0	0,359	54,936	74,544	77,056	0,876
RU 27 / RUSK 5 Unterer Bergauerplatz																
SKO	42	1977	1.541	921	1.808	1.498	129,468	1	BUE	206	0	0,489	91,677	26,963	27,290	0,378



Frachten und Konzentrationen (6/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hyd.Var: SFB Ist 1977 | SchmuFra.Var: SFB Ist 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Zulauf		Maximum	SFzu	Ist. Nr.	Typ	Erlastung			Mischverhältnis		Erlastungsrate	
		CT	CMW	CT	CMW					Ce	Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu		m (M 177)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	-	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	-	%	
RÜSK 1 Boxdorf																
SKO	43	1977	543	501	769	513	601,760	1	BUE	209	0	5,654	150,869	6,351	0,940	
RÜSK 10 / RÜ 34 Ebensee																
SKU	44	1977	1,055	764	1,272	1,001	177,685	1	BUE	187	0	3,657	209,540	28,191	2,058	
RÜSK 12 Weiherhaus																
SKU	45	1977	1,080	854	1,623	1,363	204,003	1	BUE	194	0	1,641	102,778	23,238	22,489	0,804
RÜSK 3 Buchenbühl																
SKZ	46	1977	409	338	633	492	125,525	1	BUE	161	0	0,915	33,493	45,585	48,238	0,729
								2	NUE	164	0	1,135	41,563	31,238	32,892	0,904
								gesamt		163	0	2,050	75,056	36,332	1,511	0,016
RÜSK 1 Lorenz Sammler / Jöhrenbäckle																
SKO	47	1977	1,397	1,112	1,552	1,292	2,593,585	1	BUE	230	0	25,223	956,482	15,699	15,611	0,973
RÜ 2 Hammer																
RUE	48	1977	524	426	722	571	1,056	1	RUE	157	0	0,007	47,802	442,588	0,692	
RÜ 57 Niederweg																
RUE	49	1977	537	449	757	624	24,831	1	RUE	188	0	0,557	205,212	10,979	11,742	2,242
RÜ 65 Weihergartenstr.																
RUE	50	1977	372	356	557	460	2,939	1	RUE		0	0,000	0,000	-9999,000	-9999,000	-9999,000



Frachten und Konzentrationen (7/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf		Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Entlastung		Mischverhältnis		Entlastungsrate					
		CT	CMW				SFzu	Maximum	SFe	ΣSFe/ ΣAu		m (A 128)	m0 (M 177)			
Typ	Nr	CT	CMW	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	m	e				
RÜB+PW 1 Mittelbülgweg																
DB	51	1977	658	484	860	711	30,996	1	KUE	152	0	1,077	261,983	27,107	27,271	3,474
RÜB 2 Sportzentrum																
FB	52	1977	765	447	1,066	875	79,517	1	BUE	148	0	4,600	228,645	41,346	41,406	5,785
								2	NUE	138	0	0,022	1,084	128,432	132,739	0,027
								gesamt		148	0	4,622	229,729	41,480	4,174	0,058
RÜB 3 Behringersdorfer Straße																
DB	53	1977	696	525	918	736	315,554	1	KUE	173	0	7,351	614,220	12,917	12,975	2,330
								2	BUE	140	0	0,406	33,953	83,261	84,677	0,129
								gesamt		172	0	7,757	648,173	13,554	3,055	0,025
RÜB 4 Malmebach																
FB	54	1977	695	540	897	771	486,363	1	BUE	141	0	0,842	48,032	70,856	72,435	0,170
RÜB 5 im Steinicht																
FB	55	1977	678	521	866	707	33,227	1	BUE	158	0	0,622	158,683	20,690	20,954	1,872
RÜB+PW 6 Stegwiesen																
FB	56	1977	680	533	894	741	143,026	1	BUE	166	0	2,501	201,292	15,465	15,479	1,749
RÜB+PW 8 Rainwiesen																
FB	57	1977	701	551	884	735	33,408	1	BUE	153	0	0,289	83,536	27,102	27,418	0,866
RÜB 2_N Dietersdorf II																
FB	58	1977	730	356	878	712	34,896	1	BUE	145	0	1,886	165,397	51,095	51,114	5,434



Frachten und Konzentrationen (8/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf		Mittelwert	Maximum	Sfzu	Ist. Nr.	Typ	Erlastung			Mischverhältnis		Erlastungsrate	
		CT	CMW						CT	CMW	Ce	Ce	SFe		SFe/Au
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10 ³ kg/a	-	-	10 ³ kg/a	mg/l	mg/l	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	e
RÜB 3_N Dietersdorf III															
DB	59	1977	730	339	882	6739	1	KUE	0	0,351	123,255	129,115	129,839	5,213	
RÜB 4_N Am Wasserschoß IV															
SKO	60	1977	730	377	880	690	1	BUE	0	4,485	355,938	22,386	22,436	3,786	
RÜB 5_N Wendplatz-Wolkersdorf															
DB	61	1977	736	470	888	702	1	KUE	0	12,649	372,639	28,222	28,358	5,098	
							2	BUE	0	0,943	27,793	296,562	299,034	0,380	
							gesamt		0	13,592	400,422	30,173	3,801	0,055	
RÜB 6_N Wolkersdorf Nord VI															
DB	62	1977	735	528	890	739	1	KUE	0	1,092	167,623	34,323	35,059	0,406	
SK 10 Raiffenstraße															
SKU	63	1977	877	529	955	804	1	SUE	0	0,391	48,245	295,678	291,429	1,082	
RÜB 11 Hoflackerweg															
FB	64	1977	908	600	976	825	1	BUE	0	5,781	539,658	25,029	24,956	5,426	
RÜB 13 Schillerstraße															
DB	65	1977	927	609	986	842	1	BUE	0	3,656	205,493	50,706	50,709	2,592	
RÜ 14 Ostendstraße															
RUE	66	1977	919	585	981	821	1	RUE	0	0,573	66,453	130,931	131,541	1,265	



Frachten und Konzentrationen (9/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hydr.Var: SFB Ist: 1977 | Schmu.Fra.Var: SFB Ist: 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf		Mittelwert	Maximum	SFzu	Ist. Nr.	Typ	Entlastung			Mischverhältnis		Entlastungsrate			
		CT	CMW						CT	CMW	Ce	Ce	SFe		SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu	m (A 128)
-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	-	10³ kg/a	mg/l	mg/l	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	%	
RÜ 16 Birkenweg																	
RUE	67	1977	919	655	980	828	290,746	1	RUE	168	0	0,439	49,691	83,528	84,503	0,151	
RÜB 22 Stein-Mitte																	
DB	68	1977	854	489	957	816	483,003	1	KUE	201	0	17,696	1.001,153	15,623	15,576	3,589	
								2	BUE	164	0	0,017	0,950	136,771	135,077	0,003	
								gesamt	gesamt	201	0	17,712	1.002,103	15,637	3,255	0,036	
Pw 23 Hauptpumpwerk, Mühlstraße																	
Pw	69	1977	1.140	864	1.586	1.136	1.143,818	1	NUE	275	0	37,225	53.959,862	7,481	7,548	3,254	
RÜB 30 Im Melben																	
FB	70	1977	1.602	1.224	1.851	1.552	611,549	1	BUE	239	0	9,728	278,305	17,040	17,078	1,591	
SK 40 Unterebüchlein																	
SKO	71	1977	708	402	853	728	11,648	1	SUE	164	0	0,403	97,163	111,078	111,956	3,481	
SK 42 Gutzberg																	
SKO	72	1977	704	480	845	714	8,057	1	SUE	160	0	0,119	70,018	377,064	382,210	1,478	
RÜB 43 Oberweihersbuch																	
FB	73	1977	838	540	947	796	70,676	1	BUE	165	0	0,636	62,135	115,005	116,221	0,899	
RÜB 44 Unterweihersbuch																	
DB	74	1977	872	526	960	818	150,095	1	KUE	171	0	3,734	163,845	59,276	59,657	2,488	
								2	BUE	161	0	0,406	17,799	397,204	402,151	0,270	
								gesamt	gesamt	170	0	4,140	181,644	157,188	64,742	4,132	0,028



Frachten und Konzentrationen (11/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf			Mittelwert	Maximum	Sfzu	Typ	Entlastung			Mischverhältnis		Entlastungsrate		
		CT	CMW	CT					CMW	SFe	Maximum	Mittelwert	SFe/Au		ΣSFe/ΣAu	m (A 128)
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	-	10³ kg/a	mg/l	mg/l	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	%		
RUB 5 Rothenburger Straße																
DB	82	1977	764	520	891	761	787,451	1	KUE	182	0	24,206	650,102	24,544	23,157	3,035
								2	BUE	162	0	0,650	17,470	162,578	165,686	0,082
								gesamt		181	0	24,857	667,572	25,120	3,221	0,031
RUB 6 Hainbergstraße Süd																
DB	83	1977	709	422	871	705	112,890	1	KUE	167	0	10,158	327,073	58,443	41,504	8,998
								2	BUE	157	0	0,863	27,787	0,000	220,563	0,764
								gesamt		166	0	11,021	354,860	6,223	3,271	0,098
SK 07 Bachstraße																
SKO	84	1977	713	448	879	701	51,858	1	SUE	151	0	0,399	34,281	0,000	279,215	0,769
RUB 8 Rehdorf																
SKO	85	1977	700	437	852	715	18,394	1	BUE	172	0	1,650	325,089	36,079	33,819	8,988
RUB 9 St. Lorenzstraße																
SKU	86	1977	782	524	898	765	72,856	1	SUE	172	0	2,850	182,544	42,425	41,908	3,923
RÜ 10 Amalienstraße																
RUE	87	1977	770	514	893	728	10,358	1	RUE	161	0	0,085	37,656	188,009	190,521	0,819
RUB 11 Kalchreuth Süd																
FB	88	1977	721	313	874	657	7,269	1	BUE	118	0	0,871	475,832	92,936	92,149	11,979



Frachten und Konzentrationen (12/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Projekt: | Hvd,Var:SFB Ist:1977 | Schmu,Fra,Var:SFB Ist:1977 | Datum:02.12.2019 | ++SYSTEMS v.11.03.23

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf			Mittelwert	Typ	Erlastung			Mischverhältnis		Erlastungsrate				
		Mittelwert	Maximum	SFzu			Maximum	Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu		m (A 128)	m0 (M 177)		
Typ		CT	CMW	CT	CMW	-	Ce	SFe	kg/(ha a)	kg/(ha a)		e				
-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	mg/l	10³ kg/a			-	%				
RÜB 2 Kalchreuth Nord																
DB	89	1977	725	430	883	727	127,790	1	KUE	131	0	7,172	270,963	31,872	32,021	5,612
								2	BUE	117	0	0,614	23,196	124,177	125,384	0,480
								gesamt		130	0	7,785	294,138	33,900	4,586	0,061
RÜB 3 Kläranlage																
SKO	90	1977	726	509	880	692	158,845	1	BUE	0	0	0,000		-9999,000	-9999,000	-9999,000
RÜ 4 Erlanger Straße																
RUE	91	1977	732	413	888	728	5,021	1	RUE	113	0	0,033	29,492	508,091	511,254	0,652
RÜB 8 Rückenhof																
FB	92	1977	729	426	880	723	41,842	1	BUE	130	0	2,874	332,238	33,361	33,442	6,868
RÜ 1 Vor der Kläranlage																
RUE	93	1977	528	373	718	607	44,088	1	RUE	125	0	0,474	52,725	103,043	106,949	1,076
RÜB 2 Wiesenweg																
SKZ	94	1977	608	454	1,049	725	412,032	1	BUE	153	0	10,124	487,303	14,418	15,293	2,457
RÜ 3 Postgässchen																
RUE	95	1977	576	394	768	608	98,148	1	RUE	124	0	1,207	59,903	136,905	140,114	1,230
RÜB 4 Festplatz																
SKO	96	1977	495	362	660	534	167,788	1	BUE	138	0	10,310	312,211	20,646	20,856	6,145



Frachten und Konzentrationen (13/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Mittelwert		Maximum		Ist. Nr.	Typ	Erlastung			Mischverhältnis		Erlastungsrate			
		CT	CMW	CT	CMW			Ce	Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ ΣAu		m (M 177)	e	
Type	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	-	10³ kg/a	10³ kg/a	mg/l	mg/l	kg/(ha a)	kg/(ha a)	mg	%	
RÜB 5 in der Kläranlage																
DB	97	1977	593	443	891	683	499,202	1	KUE	152	0	0,284	50,069	14,452	14,626	0,057
SK 976_E14																
SKO	98	1977	505,319	24,195	510,000	418,031	1,325,605	1	BUE	223	0	2,097	80,407	7,493,830	7,493,850	0,158
RUSK 2 Holsteiner Str.																
SKU	99	1977	477	424	677	578	1,444,938	1	BUE	162	0	1,037	34,125	55,544	44,178	0,072
RÜB 971_E12.2																
FB	100	1977	510,000	1,697	510,000	424,764	24,254	1	BUE	158	0	0,014	1,467	227,222,461	227,222,804	0,057
RÜB 972_E12.1																
FB	101	1977	510,000	1,852	510,000	424,213	15,833	1	BUE	195	0	0,135	24,424	13,101,488	13,101,478	0,885
RÜB 973_E12																
DB	102	1977	510,000	1,655	510,000	424,888	32,554	1	KUE	0	0	0,000	0,000	-9999,000	-9999,000	-9999,000
RÜB 974_E11																
FB	103	1977	510,000	3,679	510,000	420,689	17,726	1	BUE	258	0	0,215	69,898	4,984,338	4,984,336	1,212
RÜB 975_E9																
FB	104	1977	510,000	1,791	510,000	424,894	27,438	1	BUE	205	0	0,666	66,354	10,370,600	10,370,593	2,427
RÜ 38 Tüdelmarkt																
PW	105	1977	1,075	819	1,176	983	7,068	1	NUE	163	0	0,015	24,669	124,206	124,337	0,214



Frachten und Konzentrationen (15/15)

Simulationsdauer: 0 a | 12 m | 2 d | 4 h | 40 m
 Parameter: CSB

Bauwerk (FE) Name	Jahr	Zulauf			Mittelwert	Maximum	SFzu	Entlastung			Mischverhältnis		Entlastungsrate	
		CT	CMW	mg/l				CT	CMW	mg/l	Maximum	Ce		SFe
-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10³ kg/a	mg/l	mg/l	10³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	-	%
RUSK 8 Südwestlicher Hauptlammer 2														
SKU	108	1977	967	666	1.181	899	9.478,409	0	0	124,284	233,615	4,968	4,960	1,311
								0	0	27,170	51,072	3,574	3,564	0,287
								0	0	203,023	381,619	3,778	3,748	2,142
								0	0	68,354	128,483	3,207	3,140	0,721
								0	0	280,223	526,730	4,001	3,851	2,956
								0	0	42,720	80,300	5,505	5,358	0,451
								0	0	35,214	66,190	8,019	7,778	0,372
								0	0	11,757	22,089	9,052	8,657	0,124
								0	0	1,247	2,345	35,992	34,694	0,013
								0	0	793,991	1.492,454	4,181	2,097	0,084
								gesamt						

PW 41 Loch		Summe Einzugsgebiet												
Pw	108	1977	735	490	883	732	26.671	0	0	0,942	1.144,879	21,447	21,566	3,531

PW 15 Uhländweg		Summe Einzugsgebiet												
Pw	110	1977	943	661	993	851	0,681	0	0	0,000	-9999,000	-9999,000	-9999,000	-9999,000

Summe Einzugsgebiet		1977						260	0	1.620,313				359,191
---------------------	--	------	--	--	--	--	--	-----	---	-----------	--	--	--	---------



Jahresgrößen

Parameter: CSB

Regentrennzeit: 4320 min

Simulationszeitraum: 07.01.1977 - 04.01.1978

Projekt: | Hyd.Vor: SFB Ist 1977 | SchmuFra.Vor: SFB Ist 1977 | Datum: 02.12.2019 | ++SYSTEMS v. 11.03.23

Jahr	Gebietsniederschlag						Entlastung				
	hN	Anzahl	VN	VR	SFR	Ve	e0 (A128)	SFe	SFe/Au	SFe/SFR	
	mm	-	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ kg	10 ³ m ³	%	10 ³ kg	kg/ha	%	
1977	623,75	29	28.142,013	17.892,445	2.707,909	6.858,798	38,33	1.620,313	359,13	59,84	
Summe	623,75	29	28.142,013	17.892,445	2.707,909	6.858,798	38,33	1.620,313	359,13	59,84	
Mittelwert	623,75	29	28.142,013	17.892,445	2.707,909	6.858,798	38,33	1.620,313	359,13	59,84	





Einzelnachweis für einen Regenüberlauf
RÜ 901 (Vor der Kläranlage)

<u>weiterführender Abfluss</u>	Optimierung		
<u>Drosseleinrichtung</u>			
Typ =	Rohrdrossel	-	
	passiv	-	
Abflusssteuerung / Abflussregelung [1] =	-	-	
minimaler weiterführender Abfluss =	182,7	l/s	
maximaler weiterführender Abfluss =	255,3	l/s	
Abfluss beim Anspringen der ersten Entlastungsschwelle =	230,9	l/s	
fest eingestellter Drosselabfluss Q_{Dr} =	-	l/s	
gewählter weiterführender Abfluss Q_{DR} =	230,9	l/s	
 <u>kritische Regenspende</u>			
kritische Regenspende	$r_{krit,vor}$ =	25,4	l/(s·ha)
abgeminderte krit. Regenspende [3]	$r_{krit,soll}$ =	14,4	l/(s·ha)
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,soll}$ =	132,1	l/s
Mindest-Drosselabfluss [4]	$Q_{DR,min}$ =	40,0	l/s

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$Q_{DR} > Q_{DR,min}$ [4]	ja
bei einer Abflussregelung $Q_{Dr} > 10$ l/s [1]	-
bei einer Abflusssteuerung $Q_{Dr} > 25$ l/s [1]	-
$Q_{krit} > 50$ l/s [3]	ja
$r_{krit} > r_{krit,soll}$ [3]	ja

<u>Bauwerksvolumen</u>	Optimierung		
<u>außerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen</u>			
Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	17	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
 <u>innerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen</u>			
Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
Entlastungsbauwerksvolumen	V_{EBw} =	20	m ³
	f_{EBw} =	1,00	-
Ges. Speichervolumen	V_{SK} =	37	m ³

<u>Mischverhältnis</u>	Optimierung		
<u>Mischverhältnis nach [6]:</u>			
Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	C_T =	528	mg/l
Entlastungskonzentration	C_e =	5	mg/l
Mischverhältnis	$m_{RÜ}$ =	106,9	-
einzuhaltenes Mindest-Mischverhältnis [3, 4]	m_{min} =	7,0	-
anzustrebendes Mindest-Mischverhältnis [4]	m_{min} =	15,0	-
zulässige Entlastungskonzentration um m_{min} einzuhalten		33	mg/l
erf. Reduzierung der Konzentration um m_{min} einzuhalten		0,0	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$m_{RÜ} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{RÜ} > m_{min}$ [4]	ja



Einzelnachweis für einen Regenüberlauf

RÜ 901 (Vor der Kläranlage)

<u>Regenüberlauf</u>	Optimierung	
<u>Allgemein</u>		
Schwellenlänge $l_{RÜ}$ =	8,01	m
Schwellenform =	gerade	-
Schwellenabwurf =	einseitig	-
Zuflüsse innerhalb der Überlaufkammer =	nein	-
<u>Grobstoffrückhaltung</u>		
Tauchwand vorhanden =	nein	-
Sonstige Reinigungseinrichtung vorhanden =	-	-
<u>Messungen</u>		
Wasserstandsmessung vorhanden =	unbekannt	-
Durchflussmessung vorhanden =	unbekannt	-
Gütemessung vorhanden =	unbekannt	-
<u>Schwellenbelastung</u>		
Entlastungsabfluss $Q_{RÜ(1)}$ =	730	l/s
Überfallhöhe $h_{RÜ}$ =		m
Einstau der Bauwerksdecke =		-
rückstaufreie Entlastung =		-
$q_{RÜ(1)}$ =	91	l/(s·m)

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Schwellenhöhe unter Zulaufkanalscheitel und $w \geq 0,5 D_o$	ja
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 300 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	ja
Schwellenhöhe über Zulaufkanalscheitel	-
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 700 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	-

<u>Kenngrößen Entlastung</u>	Optimierung	
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)	474	kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} = 0,0$	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	474	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	53	kg/(ha a)
Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	474	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	53	kg/(ha a)
Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)*	270	kg/(ha a)
<small>* gemäß der Schmutzfrachtberechnung: Stand August 2019</small>		
Entlastungshäufigkeit	8	n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)	8	n/a
Entlastungsdauer	27	h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser	3.798	m ³ /a
Zulaufvolumen Mischwasser	48.758	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser	8	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter	31	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser	1	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezifische Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit zwischenliegender Entlastung
RÜB 902 (Wiesenweg)

weiterführender Abfluss

Optimierung

Drosseleinrichtung

Typ =	gest. Abflussbegrenzer	-
	aktiv	-
Abflusssteuerung / Abflussregelung [1] =	Steuerung	-
minimaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
maximaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
Abfluss beim Anspringen der ersten Entlastungsschwelle =	-	l/s
fest eingestellter Drosselabfluss Q_{Dr} =	90,0	l/s
gewählter weiterführender Abfluss Q_{DR} =	90,0	l/s

Regenabflussspende

Regenabflussspende _{gesamt}	$Q_{R,Dr,Au}$ =	0,934	l/(s · ha)
Regenabflussspende _{ZKA}	$Q_{R,ZKA,Au}$ =	0,920	l/(s · ha)

Mindestanforderung: Bedingung erfüllt

bei einer Abflussregelung $Q_{Dr} > 10$ l/s [1]	-
bei einer Abflusssteuerung $Q_{Dr} > 25$ l/s [1]	ja
$Q_{Dr} > 2Q_{S,X} + Q_{F,aM}$ l/s [3]	ja
geringe Abweichung (<20%) von $q_{R,Dr,Au}$ zu $q_{R,ZKA,Au}$	ja

Bauwerksvolumen

Optimierung

außerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	114	m ³
	f_{SK} =	1,00	-

innerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	1.295	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
Entlastungsbauwerksvolumen	V_{EBw} =	13	m ³
	f_{EBw} =	1,00	-
Ges. Speichervolumen	V_{SK} =	1.422	m ³

Mindestspeichervolumen

undurchlässige Fläche _{direkt(RÜB,SK)}	$A_{u,A128}$ =	40,52	ha
spezifisches Speichervolumen	V_S =	35,1	m ³ /ha
spezifisches Mindestvolumen [3]	$V_{S,min}$ =	7,13	m ³ /ha
Mindestspeichervolumen	V_{min} =	289	m ³
erf. Gesamtspeichervolumen	V_{erf} =	-	m ³

Mindestanforderung: Bedingung erfüllt

spez. Speichervolumen $V_S < 40$ m ³ /ha [3]	ja
Speichervolumen $V_{SK} >$ Mindestspeichervolumen V_{min} [3]	ja
Speichervolumen $V_{SK} > V_{erf}$	-



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit zwischenliegender Entlastung
RÜB 902 (Wiesenweg)

<u>Entleerungsdauer</u>		Optimierung	
Kanal- und Schachtvolumen	$V_{SK} =$	1.409	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		68,7	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,SK} =$	5,7	h
Entlastungsbauwerksvolumen	$V_{EBW} =$	13	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		68,7	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,EBW} =$	0,1	h
rechnerische Gesamtentleerungsdauer	$t_e =$	5,7	h

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Entleerungsdauer < (10) bis 15 h [3]	ja

<u>Mischverhältnis</u>		Optimierung	
Mischverhältnis nach [6]:			
Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	$C_T =$	608	mg/l
Entlastungskonzentration	$C_e =$	37	mg/l
Mischverhältnis	$m_{SK} =$	15,3	-
einzuhaltendes Mindest-Mischverhältnis [3, 4]	$m_{min} =$	7,0	-
anzustrebendes Mindest-Mischverhältnis [4]	$m_{min} =$	15,3	-
zulässige Entlastungskonzentration um m_{min} einzuhalten		37	mg/l
erf. Reduzierung der Konzentration um m_{min} einzuhalten		0,0	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$m_{SK} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{SK} > m_{min}$ [4]	ja

<u>horizontale Fließgeschwindigkeit</u>		Optimierung	
Breite Entlastungsbauwerk _{Zulauf}	$B_{EBW} =$	1,30	m
Wassertiefe Entlastungsbauwerk _{Anfang}	$H_{S,EBW} =$	1,88	m
Querschnittsfläche Bauwerk	$A =$	2,44	m ²
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,soll} =$	941,0	l/s
horizontale Fließgeschwindigkeit	$v_{h,EBW} =$	0,39	m/s

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$v_h < 0,3$ m/s [3]	nein



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit zwischenliegender Entlastung
RÜB 902 (Wiesenweg)

<u>Stauraumüberlauf</u>	Optimierung		
<u>Allgemein</u>			
Schwellenlänge $l_{SÜ}$ =	6,00		m
Schwellenform =	gerade		-
Schwellenabwurf =	einseitig		-
Zuflüsse innerhalb der Überlaufkammer =	nein		-
<u>Grobstoffrückhaltung</u>			
Tauchwand vorhanden =	nein		-
Sonstige Reinigungseinrichtung vorhanden =	-		-
<u>Messungen</u>			
Wasserstandsmessung vorhanden =	unbekannt		-
Durchflussmessung vorhanden =	unbekannt		-
Gütemessung vorhanden =	unbekannt		-
<u>Schwellenbelastung</u>			
Entlastungsabfluss $Q_{SÜ(1)}$ =	3.430		l/s
Überfallhöhe $h_{SÜ}$ =			m
Einstau der Bauwerksdecke =			-
rückstaufreie Entlastung =			-
$q_{SÜ(1)}$ =	572		l/(s·m)

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Schwellenhöhe unter Zulaufkanalscheitel und $w \geq 0,5 D_o$	-
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 300 \text{ l/(s·m)}$	-
Schwellenhöhe über Zulaufkanalscheitel	ja
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 700 \text{ l/(s·m)}$	ja

<u>Kenngrößen Entlastung</u>	Optimierung	
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)	10.124	kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} = 0,0$	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	10.124	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	497	kg/(ha a)
Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	21.641	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	294	kg/(ha a)
Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)*	270	kg/(ha a)
* gemäß der Schmutzfrachtberechnung: Stand August 2019		
Entlastungshäufigkeit	21	n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)	26	n/a
Entlastungsdauer	372	h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser	66.334	m ³ /a
Zulaufvolumen Mischwasser	340.033	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser	20	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter	3.141	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser	5	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)	nein
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezifische Entlastungsfracht (Zielgröße)	nein



Einzelnachweis für einen Regenüberlauf
RÜ 903 (Postgässchen)

Allgemeine Angaben

Einleitungsgewässer Gründlach
Einleitungskoordinaten 4.438.737,52 | 5.488.460,61

Optimierung

Größe des Einzugsgebietes _{direkt}	$A_{E,k} =$	68,28	ha
Mittlere Neigungsgruppe	$NG_m =$	-	-
undurchlässige Fläche _{direkt}	$A_{u,A128} =$	20,16	ha
Trockenwetterabfluss _{direkt}	$Q_{T,aM} =$	5,1	l/s
Trockenwetterkonzentration _{direkt}	$C_T =$	0	mg/l
Trockenwetterabfluss _{direkt}	$Q_{T,h,max} =$	7,2	l/s
Regenabfluss aus Trenngebieten _{direkt}	$Q_{R,Tr,aM} =$	0,0	l/s

Größe des Einzugsgebietes _{gesamt}	$A_{E,k} =$	68,28	ha
Mittlere Neigungsgruppe	$NG_m =$	-	-
undurchlässige Fläche _{gesamt}	$A_{u,A128} =$	20,16	ha
Trockenwetterabfluss _{gesamt}	$Q_{T,aM} =$	5,1	l/s
Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	$C_T =$	576	mg/l
Trockenwetterabfluss _{gesamt}	$Q_{T,h,max} =$	7,2	l/s
Regenabfluss aus Trenngebieten _{gesamt}	$Q_{R,Tr,aM} =$	0,0	l/s

Anforderungen		weitergehend	-
unabgeminderte kritische Regenspende	$r_{krit} =$	15,0	l/(s·ha)
Fließzeit _{direkt}	$t_f =$	10,0	min
Anordnung		Hauptschluss	-
Zuflüsse oberhalb	$Q_{Dr,oberhalb} =$	0,0	l/s

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$A_{u,A128} > 2$ ha [3]	ja

Bauwerksgestaltung

Optimierung

Allgemein

Beckenausbildung =	geschlossen	-
Einleitkonstruktion =	Rohreinlauf	-

Reinigungseinrichtung

Typ =	-	-
-------	---	---

Zulaufkanal

Profil Zulauf =	DN 1200	mm
Fließgeschwindigkeit	$v_{T,aM} =$	0,53 m/s
Fließtiefe	$h_{T,aM} =$	4,0 cm
Wandschubspannung	$\tau_{T,aM} =$	1,36 N/m ²

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Fließgeschwindigkeit Zulaufkanal $\geq 0,80$ m/s bei $Q_{T,aM}$	nein
Fließtiefe im Zulaufkanal $\geq 0,05$ m bei $Q_{T,aM}$	nein
Wandschubspannung $\tau \geq 1,0$ N/m ² bei $Q_{T,aM}$	ja



Einzelnachweis für einen Regenüberlauf
RÜ 903 (Postgässchen)

<u>weiterführender Abfluss</u>	Optimierung		
<u>Drosseleinrichtung</u>			
Typ =	Rohrdrossel	-	
	passiv	-	
Abflusssteuerung / Abflussregelung [1] =	-	-	
minimaler weiterführender Abfluss =	285,0	l/s	
maximaler weiterführender Abfluss =	285,0	l/s	
Abfluss beim Anspringen der ersten Entlastungsschwelle =	285,0	l/s	
fest eingestellter Drosselabfluss Q_{Dr} =	-	l/s	
gewählter weiterführender Abfluss Q_{DR} =	285,0	l/s	
 <u>kritische Regenspende</u>			
kritische Regenspende	$r_{krit,vor}$ =	13,9	l/(s·ha)
abgeminderte krit. Regenspende [3]	$r_{krit,soll}$ =	13,8	l/(s·ha)
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,soll}$ =	284,2	l/s
Mindest-Drosselabfluss [4]	$Q_{DR,min}$ =	81,6	l/s

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$Q_{DR} > Q_{DR,min}$ [4]	ja
bei einer Abflussregelung $Q_{Dr} > 10$ l/s [1]	-
bei einer Abflusssteuerung $Q_{Dr} > 25$ l/s [1]	-
$Q_{Dr} > 50$ l/s [3]	ja
$r_{krit} > r_{krit,soll}$ [3]	ja

<u>Bauwerksvolumen</u>	Optimierung		
<u>außerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen</u>			
Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	188	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
 <u>innerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen</u>			
Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
Entlastungsbauwerksvolumen	V_{EBw} =	25	m ³
	f_{EBw} =	1,00	-
Ges. Speichervolumen	V_{SK} =	213	m ³

<u>Mischverhältnis</u>	Optimierung		
<u>Mischverhältnis nach [6]:</u>			
Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	C_T =	576	mg/l
Entlastungskonzentration	C_e =	4	mg/l
Mischverhältnis	$m_{RÜ}$ =	140,1	-
einzuhaltenes Mindest-Mischverhältnis [3, 4]	m_{min} =	7,0	-
anzustrebendes Mindest-Mischverhältnis [4]	m_{min} =	15,0	-
zulässige Entlastungskonzentration um m_{min} einzuhalten		36	mg/l
erf. Reduzierung der Konzentration um m_{min} einzuhalten		0,0	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$m_{RÜ} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{RÜ} > m_{min}$ [4]	ja



Einzelnachweis für einen Regenüberlauf
RÜ 903 (Postgässchen)

<u>Regenüberlauf</u>	Optimierung	
<u>Allgemein</u>		
Schwellenlänge $l_{RÜ}$ =	7,80	m
Schwellenform =	gerade	-
Schwellenabwurf =	einseitig	-
Zuflüsse innerhalb der Überlaufkammer =	nein	-
<u>Grobstoffrückhaltung</u>		
Tauchwand vorhanden =	nein	-
Sonstige Reinigungseinrichtung vorhanden =	-	-
<u>Messungen</u>		
Wasserstandsmessung vorhanden =	unbekannt	-
Durchflussmessung vorhanden =	unbekannt	-
Gütemessung vorhanden =	unbekannt	-
<u>Schwellenbelastung</u>		
Entlastungsabfluss $Q_{RÜ(1)}$ =	2.530	l/s
Überfallhöhe $h_{RÜ}$ =		m
Einstau der Bauwerksdecke =		-
rückstaufreie Entlastung =		-
$q_{RÜ(1)}$ =	324	l/(s·m)

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Schwellenhöhe unter Zulaufkanalscheitel und $w \geq 0,5 D_o$	-
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 300 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	-
Schwellenhöhe über Zulaufkanalscheitel	ja
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 700 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	ja

<u>Kenngrößen Entlastung</u>	Optimierung	
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)	1.207	kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} = 0,0$	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	1.207	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	60	kg/(ha a)
Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	1.207	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	60	kg/(ha a)
Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)*	270	kg/(ha a)
* gemäß der Schmutzfrachtberechnung: Stand August 2019		
Entlastungshäufigkeit	12	n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)	12	n/a
Entlastungsdauer	23	h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser	9.713	m ³ /a
Zulaufvolumen Mischwasser	107.491	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser	9	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter	63	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser	1	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezifische Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung
RÜB 904 (Festplatz)

weiterführender Abfluss

Optimierung

Drosseleinrichtung

Typ =	gest. Abflussbegrenzer	-
	aktiv	-
Abflusssteuerung / Abflussregelung [1] =	Steuerung	-
minimaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
maximaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
Abfluss beim Anspringen der ersten Entlastungsschwelle =	-	l/s
fest eingestellter Drosselabfluss Q_{Dr} =	40,0	l/s
gewählter weiterführender Abfluss Q_{DR} =	40,0	l/s

Regenabflussspende

Regenabflussspende _{gesamt}	$Q_{R,Dr,Au}$ =	0,903	l/(s·ha)
Regenabflussspende _{ZKA}	$Q_{R,ZKA,Au}$ =	0,920	l/(s·ha)

Mindestanforderung: Bedingung erfüllt

bei einer Abflussregelung $Q_{Dr} > 10$ l/s [1]	-
bei einer Abflusssteuerung $Q_{Dr} > 25$ l/s [1]	ja
$Q_{Dr} > 2Q_{S,X} + Q_{F,aM}$ l/s [3]	ja
geringe Abweichung (<20%) von $q_{R,Dr,Au}$ zu $q_{R,ZKA,Au}$	ja

Bauwerksvolumen

Optimierung

außerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	226	m ³
	f_{SK} =	1,00	-

innerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	544	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-

Entlastungsbauwerksvolumen	V_{EBw} =	30	m ³
	f_{EBw} =	1,00	-

Ges. Speichervolumen	V_{SK} =	800	m ³
----------------------	------------	-----	----------------

Mindestspeichervolumen

undurchlässige Fläche _{direkt(RÜB;SK)}	$A_{u,A128}$ =	33,02	ha
spezifisches Speichervolumen	V_S =	24,2	m ³ /ha
spezifisches Mindestvolumen [3]	$V_{S,min}$ =	7,13	m ³ /ha
Mindestspeichervolumen	V_{min} =	235	m ³
erf. Gesamtspeichervolumen	V_{erf} =	-	m ³

Mindestanforderung: Bedingung erfüllt

spez. Speichervolumen $V_S < 40$ m ³ /ha [3]	ja
Speichervolumen $V_{SK} >$ Mindestspeichervolumen V_{min} [3]	ja
Speichervolumen $V_{SK} > V_{erf}$	-



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit oberliegender Entlastung
RÜB 904 (Festplatz)

Entleerungsdauer		Optimierung	
Kanal- und Schachtvolumen	$V_{SK} =$	770	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		29,8	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,SK} =$	7,2	h
Entlastungsbauwerksvolumen	$V_{EBW} =$	30	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		29,8	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,EBW} =$	0,3	h
rechnerische Gesamtentleerungsdauer	$t_e =$	7,5	h

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Entleerungsdauer < (10) bis 15 h [3]	ja

Mischverhältnis		Optimierung	
<u>Mischverhältnis nach [6]:</u>			
Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	$C_T =$	495	mg/l
Entlastungskonzentration	$C_e =$	23	mg/l
Mischverhältnis	$m_{SK} =$	20,9	-
einzuhaltendes Mindest-Mischverhältnis [3, 4]	$m_{min} =$	7,0	-
anzustrebendes Mindest-Mischverhältnis [4]	$m_{min} =$	15,0	-
zulässige Entlastungskonzentration um m_{min} einzuhalten		31	mg/l
erf. Reduzierung der Konzentration um m_{min} einzuhalten		0,0	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$m_{SK} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{SK} > m_{min}$ [4]	ja

horizontale Fließgeschwindigkeit		Optimierung	
Breite Entlastungsbauwerk _{Zulauf}	$B_{EBW} =$	2,42	m
Wassertiefe Entlastungsbauwerk _{Anfang}	$H_{S,EBW} =$	1,78	m
Querschnittsfläche Bauwerk	$A =$	4,31	m ²
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,soll} =$	1.000,8	l/s
horizontale Fließgeschwindigkeit	$v_{h,EBW} =$	0,23	m/s

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$v_h < 0,3$ m/s [3]	ja



Einzelnachweis für einen Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung
RÜB 904 (Festplatz)

<u>Stauraumüberlauf</u>	Optimierung	
<u>Allgemein</u>		
Schwellenlänge $l_{SÜ}$ =	10,06	m
Schwellenform =	gerade	-
Schwellenabwurf =	einseitig	-
Zuflüsse innerhalb der Überlaufkammer =	nein	-
<u>Grobstoffrückhaltung</u>		
Tauchwand vorhanden =	ja	-
Sonstige Reinigungseinrichtung vorhanden =	Rechen	-
<u>Messungen</u>		
Wasserstandsmessung vorhanden =	unbekannt	-
Durchflussmessung vorhanden =	unbekannt	-
Gütemessung vorhanden =	unbekannt	-
<u>Schwellenbelastung</u>		
Entlastungsabfluss $Q_{SÜ(1)}$ =		l/s
Überfallhöhe $h_{SÜ}$ =		m
Einstau der Bauwerksdecke =		-
rückstaufreie Entlastung =		-
$q_{SÜ(1)}$ =	0	l/(s·m)

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Schwellenhöhe unter Zulaufkanalscheitel und $w \geq 0,5 D_o$	-
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 300 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	-
Schwellenhöhe über Zulaufkanalscheitel	ja
Schwellenbelastung $q_{RÜ(1)} \leq 700 \text{ l/(s} \cdot \text{m)}$	ja

<u>Kenngrößen Entlastung</u>	Optimierung	
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)	10.310	kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} = 0,0$	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	10.310	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	312	kg/(ha a)
Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	10.310	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag	312	kg/(ha a)
Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)*	270	kg/(ha a)
* gemäß der Schmutzfrachtberechnung: Stand August 2019		
Entlastungshäufigkeit	25	n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)	34	n/a
Entlastungsdauer	645	h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser	74.554	m ³ /a
Zulaufvolumen Mischwasser	182.793	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser	41	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter	3.309	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser	4	%

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)	nein
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezifische Entlastungsfracht (Zielgröße)	nein



Einzelnachweis für ein Durchlaufbecken
RÜB 905 (In der Kläranlage)

weiterführender Abfluss

Optimierung

Drosseleinrichtung

Typ =	Pumpe	-
	-	-
Abflusssteuerung / Abflussregelung [1] =	-	-
minimaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
maximaler weiterführender Abfluss =	-	l/s
Abfluss beim Anspringen der ersten Entlastungsschwelle =	-	l/s
fest eingestellter Drosselabfluss Q_{Dr} =	105,0	l/s
gewählter weiterführender Abfluss Q_{DR} =	105,0	l/s

Regenabflussspende

Regenabflussspende _{gesamt}	$Q_{R,Dr,Au}$ =	0,896	l/(s·ha)
Regenabflussspende _{ZKA}	$Q_{R,ZKA,Au}$ =	0,920	l/(s·ha)

Mindestanforderung:

Bedingung erfüllt

bei einer Abflussregelung $Q_{Dr} > 10$ l/s [1]	-
bei einer Abflusssteuerung $Q_{Dr} > 25$ l/s [1]	-
$Q_{Dr} > 2Q_{S,X} + Q_{F,aM}$ l/s [3]	ja
geringe Abweichung (<20%) von $q_{R,Dr,Au}$ zu $q_{R,ZKA,Au}$	ja

Bauwerksvolumen

Optimierung

außerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	44	m ³
	f_{SK} =	1,00	-

innerhalb der funktionalen Einheit aktiviertes Kanal- und Schachtvolumen

Kanal- und Schachtvolumen			
in Fließrichtung unterhalb der Entlastung	V_{SK} =	0	m ³
	f_{SK} =	1,00	-
in Fließrichtung oberhalb der Entlastung	V_{SK} =	1.854	m ³
	f_{SK} =	1,00	-

Trennbauwerksvolumen	V_{TBW} =	7	m ³
	f_{TBW} =	1,00	-

Beckenform		Rundbecken	-
Durchmesser aussen	D_A =	24,00	m
Durchmesser innen	D_I =	2,60	m
Nutzhöhe (Entlastungshöhe-Beckensohle)	H =	2,76	m
Kammeranzahl		1	-
Sedimentationskammervolumen	V_{DB} =	1.230	m ³
	f_{EBW} =	1,00	-
Ges. Speichervolumen	$V_{RÜB}$ =	3.135	m ³



Einzelnachweis für ein Durchlaufbecken

RÜB 905 (In der Kläranlage)

Mindestspeichervolumen

undurchlässige Fläche _{direkt(RÜB;SK)}	$A_{u,A128} =$	14,66	ha
spezifisches Speichervolumen	$V_S =$	213,8	m ³ /ha
spezifisches Mindestvolumen [3]	$V_{S,min} =$	7,13	m ³ /ha
Mindestspeichervolumen	$V_{min} =$	105	m ³
erf. Gesamtspeichervolumen	$V_{erf} =$	-	m ³

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
spez. Speichervolumen $V_S < 40$ m ³ /ha [3]	nein
Speichervolumen $V_{RÜB} >$ Mindestspeichervolumen V_{min} [3]	ja
Speichervolumen $V_{RÜB} > V_{erf}$	-
$V_{DB} > 100$ m ³ [3]	ja

Entleerungsdauer

Optimierung

Kanal- und Schachtvolumen	$V_{SK} =$	1.898	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		79,1	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,SK} =$	6,7	h
Trennbauwerksvolumen	$V_{TBW} =$	7	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		79,1	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,TBW} =$	0,0	h
Sedimentationskammervolumen	$V_{DB} =$	1.230	m ³
Entleerungsart		selbsttätig	-
Entleerungsabfluss		79,1	l/s
rechnerische Entleerungsdauer	$t_{e,DB} =$	4,3	h
rechnerische Gesamtentleerungsdauer	$t_e =$	11,0	h

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Entleerungsdauer < (10) bis 15 h [3]	ja

Mischverhältnis

Optimierung

Mischverhältnis nach [6]:

Trockenwetterkonzentration _{gesamt}	$C_T =$	593	mg/l
--	---------	-----	------

Klärüberlauf

Entlastungskonzentration	$C_e =$	38	mg/l
Mischverhältnis	$m_{KÜ} =$	14,6	-

Beckenüberlauf

Entlastungskonzentration	$C_e =$		mg/l
Mischverhältnis	$m_{BÜ} =$	-	-

einzuhaltendes Mindest-Mischverhältnis [3, 4]	$m_{min} =$	7,0	-
anzustrebendes Mindest-Mischverhältnis [4]	$m_{min} =$	15,0	-
zulässige Entlastungskonzentration um m_{min} einzuhalten		37	mg/l

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$m_{KÜ} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{KÜ} > m_{min}$ [4]	nein
$m_{BÜ} > m_{min}$ [3, 4]	ja
$m_{BÜ} > m_{min}$ [4]	ja



Einzelnachweis für ein Durchlaufbecken
RÜB 905 (In der Kläranlage)

<u>spezifische Zulaufleistung</u>	Optimierung		
Dichte für Abwasser	$\rho =$	1.000	kg/m ³
Querschnittsfläche Zulauf	$A_{zul} =$	0,50	m ²
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{zu} = Q_{krit,ges} =$	289	l/s
Zuflussgeschwindigkeit	$v_{zu} =$	0,58	m/s
spezifische Zulaufleistung	$P_{spez} =$	0,04	W/m ³
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{zu} = Q_{krit,DB} =$	113	l/s
Zuflussgeschwindigkeit	$v_{zu} =$	0,23	m/s
spezifische Zulaufleistung	$P_{spez} =$	0,00	W/m ³

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$P_{spez} < 0,08 \text{ W/m}^3$ [2] für $Q_{krit,ges}$	ja
$P_{spez} < 0,08 \text{ W/m}^3$ [2] für $Q_{krit,DB}$	ja

<u>Oberflächenbeschickung</u>	Optimierung		
Beckengrundfläche	$A =$	447	m ²
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,ges} =$	289	l/s
Oberflächenbeschickung	$q_a =$	2,33	m/h
kritischer Mischwasserabfluss	$Q_{krit,DB} =$	113	l/s
Oberflächenbeschickung	$q_a =$	0,91	m/h

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
$q_a < 10 \text{ m/h}$ [3] bzw. [2] für $Q_{krit,ges}$	ja
$q_a < 10 \text{ m/h}$ [3] bzw. [2] für $Q_{krit,DB}$	ja

<u>Klärüberlauf</u>	Optimierung		
<u>Allgemein</u>			
Schwellenlänge $l_{KÜ} =$	5,00	m	
Schwellenform =	gerade	-	
Schwellenabwurf =	einseitig	-	
<u>Grobstoffrückhaltung</u>			
Tauchwand vorhanden =	ja	-	
Sonstige Reinigungseinrichtung vorhanden =	-	-	
<u>Messungen</u>			
Wasserstandsmessung vorhanden =	unbekannt	-	
Durchflussmessung vorhanden =	unbekannt	-	
Gütemessung vorhanden =	unbekannt	-	
<u>Schwellenbelastung</u>			
Entlastungsabfluss $Q_{KÜ(1)} =$	0	l/s	
Überfallhöhe $h_{KÜ} =$		m	
Einstau der Bauwerksdecke =	nein	-	
rückstaufreie Entlastung =		-	
Schwellenbelastung bei $Q_{krit,ges}$	$q_{krit,ges} =$	58	l/(s·m)
Schwellenbelastung bei $Q_{krit,DB}$	$q_{krit,DB} =$	23	l/(s·m)

Mindestanforderung:	Bedingung erfüllt
Schwellenbelastung $q_{krit,ges} \leq 75 \text{ l/(s·m)}$	ja
Schwellenbelastung $q_{krit,DB} \leq 75 \text{ l/(s·m)}$	ja
SOK BÜ \geq SOK KÜ+ $h_{KÜ}$ bei Q_{krit}	-
geringe Abweichung (<20%) von $Q_{(1)}$ zu $Q_{krit,ges}$	nein



Einzelnachweis für ein Durchlaufbecken
RÜB 905 (In der Kläranlage)

Beckenüberlauf

Optimierung

nicht vorhanden

Kenngrößen Entlastung

Optimierung

Klärüberlauf

Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)		284	kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} =$	0,0	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		284	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		50	kg/(ha a)
Entlastungshäufigkeit		2	n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)		3	n/a
Entlastungsdauer		18	h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser		1.872	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser		0	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter		115	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser		6	%

Beckenüberlauf

Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)			kg/a
Zuschlagsfaktor Entlastungsfracht	$f_{\text{Fracht}} =$	0,0	%
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		0	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		0	kg/(ha a)
Entlastungshäufigkeit			n/a
Entlastungshäufigkeit (Kalendertage)			n/a
Entlastungsdauer			h/a
Entlastungsvolumen Mischwasser			m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser		0	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter			m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser		-	%

Gesamt

Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet)		284	kg/a
Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		284	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		50	kg/(ha a)
Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		22.399	kg/a
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag		254	kg/(ha a)
Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)*		270	kg/(ha a)

* gemäß der Schmutzfrachtberechnung: Stand August 2019

Entlastungsvolumen Mischwasser		1.872	m ³ /a
Zulaufvolumen Mischwasser		440.474	m ³ /a
Entlastungsrate Mischwasser		0	%
Entlastungsvolumen Trockenwetter		115	m ³ /a
Anteil Trockenwetter am entlasteten Mischwasser		6	%

Mindestanforderung:

Bedingung erfüllt

spezif. Entlastungsfracht (Direkteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezif. Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja
spezif. Entlastungsfracht (Gesamteinzugsgebiet) inkl. Zuschlag < Vorgabe spezifische Entlastungsfracht (Zielgröße)	ja



Einzelnachweis für ein Durchlaufbecken

RÜB 905 (In der Kläranlage)

Literaturverweis

- [1] Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen, DWA-A 111, Dezember 2010
- [2] Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung DWA-A 166, November 2013
- [3] Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen ATV-A
- [4] Anforderungen an die Einleitungen von Schmutz- und Niederschlagswasser BLW Merkblatt 4.4/22, März
- [5] Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung DWA-M 176, November 2013
- [6] Bemessung und Gestaltung von Regentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen ATV-DVWK-M 177, Juni
- [7] Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen DWA-A 110,