



## **Erläuterungsbericht**

# **Machbarkeitsstudie zur Behandlung der Abflüsse aus dem Einzugsgebiet Hultschiner Damm und Vorplanung Retentionsbodenfilter**

Auftraggeber	Berliner Wasserbetriebe Neue Jüdenstraße 1 10179 Berlin
Auftragnehmer	Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH Stiftstrasse 12, 30159 Hannover Reichenberger Straße 124, 10999 Berlin
Berichtsdatum	April 2016

**Machbarkeitsstudie  
zur Behandlung der Abflüsse aus dem Einzugsgebiet Hultschiner Damm und  
Vorplanung Retentionsbodenfilter**

Aufgestellt:

Hannover, den 07.04.2016

**ifs** Ingenieurgesellschaft für  
Stadthydrologie mbH  
Hannover

Dr.-Ing. Dieter Grotehusmann

.....

**Projektbearbeitung**

Dipl.-Ing. Johannes Rüter

.....

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ergebnisse der Bestandsaufnahme</b> .....	<b>1</b>
2.1	Datengrundlage.....	1
2.2	Einzugsgebiet.....	1
2.3	Hydraulische Bilanzierung der Regen- und Trockenwetterabflüsse.....	2
2.4	Konzentrationen und Frachten .....	3
<b>3</b>	<b>Varianten der Regenwetterabfluss- und Trockenwetterabflussbehandlung</b> .....	<b>5</b>
3.1	Regenwetterabflussbehandlung .....	5
3.2	Varianten der Trockenwetterabflussbehandlung.....	5
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Regenwetterabflussbehandlung über Bodenfilter</b> .....	<b>9</b>
5.1	Randbedingungen.....	9
5.2	Vorentwurf .....	9
5.3	Bemessung .....	10
5.4	Hinweise für die weitere Planung und Ausführung.....	14
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>15</b>

## Abbildungen

Abbildung 2-1:	schematische Darstellung EZG mit $A_{E,b,a}$ Flächengrößen (realistischer Planungszustand).....	2
Abbildung 2-2:	Produktionskurve in Stehgewässer am Bsp. Schlachtensee (aus [7]) .....	4
Abbildung 3-1:	Varianten der Ableitung der TW-Abflüsse .....	5
Abbildung 3-2:	Behandlung der TW-Abflüsse über RBF.....	6
Abbildung 3-3:	Behandlung der TW-Abflüsse über Fällmittelanlage .....	7

## Tabellen

Tabelle 2-1:	Datengrundlage .....	1
Tabelle 2-2:	Übersicht der Konzentrationen.....	3
Tabelle 2-3:	Übersicht der P-Frachten .....	4
Tabelle 5-1:	Flächenkategorisierung nach Herkunft (Beispiele) [11].....	11
Tabelle 5-2:	stoffliche Wirkungsgrade RBF im Trennsystem .....	11
Tabelle 5-3:	Randbedingungen RBF.....	12
Tabelle 5-4:	hydraulische und stoffliche Bilanzierung für den Retentionsbodenfilter (Filterfläche $A_f = 5.000 \text{ m}^2$ ).....	12
Tabelle 5-5:	hydraulische und stoffliche Bilanzierung für Filterfläche $A_f = 4.750 \text{ m}^2$ .....	13

## Pläne

Blatt K1	Lageplan Variante 1	M 1: 500
Blatt K2	Lageplan Variante 2	M 1: 500
Blatt K3	Längsschnitte	M 1: 100

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Einzugsgebiet Hultschiner Damm entwässert über einen Hauptsammler DN 1000 und den Rohrpfuhlgraben in den Elsenteach und im weiteren Verlauf in den Elsensee.

Die Abflussmessungen und Trockenwetterbeprobung aus dem Zeitraum 10/09 bis 06/10 zeigten, dass rd. die Hälfte der gemessenen Abflüsse und rd. 43 % der gemessenen  $P_{ges}$ -Fracht dem Trockenwetterabfluss zuzuordnen sind [1]. Aus diesen Erkenntnissen ist eine Behandlung der Trockenwetterabflüsse vor Einleitung in den Elsensee zwingend erforderlich. Alternativ können die Trockenwetterabflüsse auch am Elsensee vorbei geleitet werden.

Die derzeitige Planung sieht vor, dass die Regenwetterabflüsse (RW-Abflüsse) über einen neu geplanten Retentionsbodenfilter gereinigt und in den Elsensee geleitet werden [2]. Hierbei war vorgesehen, die Trockenwetterabflüsse (TW-Abflüsse) ( $\sim 4 \text{ l/s}$ ) am RBF vorbeizuleiten und wie bisher unbehandelt in den Elsensee einzuleiten.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, nach Auswertung und Bewertung der bisher vorliegenden Unterlagen und Berechnungen Varianten für die Behandlung der Regenwetter- und Trockenwetterabflüsse zu erstellen und diese mit den Beteiligten aus Senat, Bezirk und Berliner Wasserbetriebe (BWB) zu diskutieren und eine Vorzugsvariante einschließlich Bemessung für die weitere Planung zu erstellen.

## 2 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

### 2.1 Datengrundlage

Für die Bearbeitung der Varianten zur Behandlung der Abflüsse wurden folgende Unterlagen und Planungen verwendet.

Tabelle 2-1: Datengrundlage

Titel	Autor	Jahr
Voruntersuchungen zum Bau einer Retentionsbodenfilteranlage im Einzugsgebiet Hultschiner Damm	ifs/Bioplan [1]	2010
Studie zur Festlegung der Regenwasserbehandlung für das Einzugsgebiet der Alten und Neuen Wuhle	ifs/Bioplan [3]	2013
RBF Biesdorf Phase 3	ifs/Bioplan [4]	2011
Generelle Planung Regenwasser EZG Hultschiner Damm EZG Elsensee	Müller-Kalchreuth	2013
Regenwasserbehandlungsanlage Hultschiner Damm in Marzahn-Hellersdorf	Hyder Consulting GmbH [2]	2013
Grundwasserstände, Grundwassergüte	Umweltatlas Berlin [5]	2015

### 2.2 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet Hultschiner Damm liegt im Nordosten Berlins im Bezirk Marzahn-Hellersdorf und erstreckt sich über die Ortsteile Kaulsdorf und Mahlsdorf. Der Elsenteach dient als Vorflut. Über einen Regenwasserkanal RE 1250 x 1000 wird der Ablauf bzw. Überlauf des Elsenteaches in den Elsensee geleitet. Der Elsensee weist bei einer Fläche

von 132.776 m<sup>2</sup> und einer mittleren Tiefe von 6,01 m ein Wasservolumen von 798.635 m<sup>3</sup> auf. Die maximale Tiefe beträgt 14,20 m [6].

Im Einzugsgebiet sind mehrere Regenrückhaltebecken (RRB) vorhanden. Das dauereingestaute RRB Rohrpfuhl befindet sich nordöstlich der S-Bahnstation Berlin-Mahlsdorf und nimmt die Regenwetterabflüsse aus dem Bereich Florastraße auf. Über die Abmessungen und das Speichervolumen liegen keine Informationen vor. In der Planung von Müller-Kalchreuth wurde anhand der Rasterkarten und der vorhandenen Höhen ein nutzbares Speichervolumen von rd. 540 m<sup>3</sup> abgeschätzt. Das RRB An der Schule nimmt die Regenwasserabflüsse von den östlich angrenzenden Gewerbeflächen auf und weist ein Speichervolumen von 1.833 m<sup>3</sup> auf.

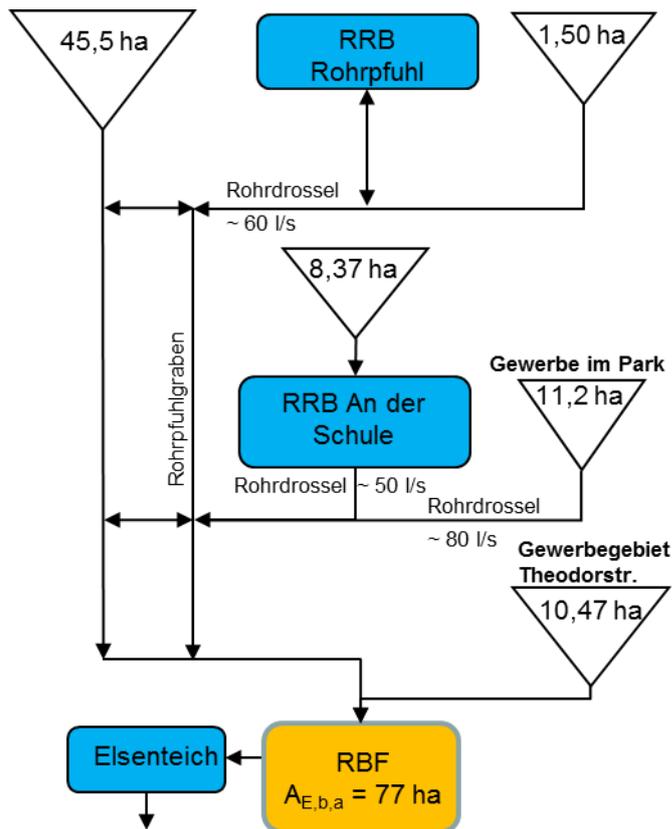


Abbildung 2-1: schematische Darstellung EZG mit  $A_{E,b,a}$  Flächengrößen (realistischer Planungszustand)

Im Istzustand weist die Einzugsgebietsfläche eine Größe von  $A_{E,b,a} = 65,9$  ha auf. Im „realistischen“ Planungszustand ist vorgesehen, dass ausschließlich die Straßenflächen im Altsiedlungsgebiet als abflusswirksame Flächen berücksichtigt werden und nicht die vorhandenen Grundstücksflächen. Hieraus ergibt sich eine Einzugsgebietsgröße von  $A_{E,b,a} = 77$  ha, die nach Abstimmung mit den Berliner Wasserbetrieben (Abstimmungsgespräch 20.08.2015) für die Berechnungen in der weiteren Bearbeitung zugrunde gelegt wird (siehe Kapitel 5.3).

### 2.3 Hydraulische Bilanzierung der Regen- und Trockenwetterabflüsse

Im Zulauf zum Elsenteich wurden im Zeitraum 10/09 bis 06/10 Abflussmessungen durchgeführt [1]. Zusätzlich wurde ein Regenschreiber betrieben, um Aussagen über das Niederschlags-Abflussverhalten des Einzugsgebietes zu erhalten.

Demnach wurde im Messzeitraum von rd. 7,5 Monaten ein Abfluss von 157.100 m<sup>3</sup> bei einem Niederschlag von 291 mm gemessen. Von diesem Gesamtzufluss sind rund 77.400 m<sup>3</sup> dem Regenwetterabfluss und rund 79.700 m<sup>3</sup> dem Trockenwetterzufluss zuzurechnen. Daraus ergibt sich mit der zum Messzeitpunkt angeschlossenen Fläche von  $A_{E,b,a} = 44,4$  ha ein gesamtes Abflussverhältnis von  $\psi = 0,6$ . Bezogen auf den langjährigen Niederschlag der Station Neukölln (1967-2007) von 520 mm/a ergibt sich ein spezifischer RW-Abfluss von 3.120 m<sup>3</sup>/ha/a. Hochgerechnet auf den realistischen Planungszustand des Einzugsgebietes mit einer Fläche von  $A_{E,b,a} = 77$  ha ergibt sich ein mittlerer RW-Jahresabfluss von rd. 240.000 m<sup>3</sup>/a, der sich auch bei der Langzeitsimulation mit dem Programm *erwin* bestätigt hat ( $\varnothing Q_{ab} = 238.708$  m<sup>3</sup>/a) (siehe Kapitel 5.3).

Die Bilanzierung des Trockenwetterabflusses für den Messzeitraum erfolgte aus dem gemessenen Gesamtabfluss abzüglich des Niederschlagsabflusses im Messzeitraum. Die Extrapolation der Werte für nicht vollständig gemessene Quartale erfolgte linear aufgrund der Messtage und für das nicht erfasste dritte Quartal anhand der Trockenwetterabflussverteilung aus den Messungen am RBF Biesdorfer Baggersee. Demnach ergibt sich ein mittlerer TW-Abfluss von 3,8 l/s bzw. rd. 120.000 m<sup>3</sup>/a.

## 2.4 Konzentrationen und Frachten

Nachfolgend werden Konzentrationen aus den vorliegenden Untersuchungen zusammengestellt und daraus Frachten abgeleitet. Da für die Beschaffenheit der Regenwetterabflüsse aus dem Einzugsgebiet keine Konzentrationen vorliegen, wurden die Untersuchungsergebnisse aus den Messungen am RBF Biesdorfer Baggersee herangezogen.

Die Beschaffenheit der Trockenwetterabflüsse, die Konzentrationen im Elsensee und mittlere Konzentration der Regenwetterabflüsse aus den Messungen an der RBF Biesdorfer Baggersee sind in der Tabelle 2-2 aufgeführt.

Tabelle 2-2: Übersicht der Konzentrationen

Parameter	Regenwetterabfluss RBF Biesdorf [4] 02/06 bis 07/07 n = 42	Trockenwetterabfluss Hultschiner Damm [1] 10/09 bis 06/10 n = 12	Seewasser Elsensee [3] 08/05 bis 04/06 n = 7
	mg/l		
$P_{aes}$	0,23	0,107	0,028
$P_{aelöst}$	0,06	0,100	0,015
CSB	83,5	10,9	< 15
AFS <sub>Fein</sub>	152	-	-
Zn	0,279	0,035	-

Anhand der mittleren Abflüsse und der oben aufgeführten mittleren  $P_{ges}$  Konzentrationen ergeben sich für den RW-Abfluss 55,3 kg/a und für den TW-Abfluss 12,8 kg/a Jahresphosphorfrachten, die in den Elsensee geleitet werden (siehe Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3: Übersicht der P-Frachten

Parameter	Gesamt	RW	TW
	<b>kg/ha/a</b>		
P <sub>ges</sub>	68,1	55,3	12,8
P <sub>gelöst</sub>	26,4	12,0	12,4

Sowohl die TW-Proben als auch die Seewasserproben waren weitgehend partikelfrei. Die geringen CSB- und P<sub>ges</sub>-Werte im TW Abfluss zeigen, dass es sich bei den Abflüssen nicht um schmutzwasserbürtige Abflüsse handelt sondern voraussichtlich um in den Kanal infiltrierendes Sickerwasser (Schichtenwasser).

Die P<sub>ges</sub>-Konzentrationen im TW-Zufluss liegen bei rd. 0,1 mg/l. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist diese Zulaufkonzentration zu hoch, um den TW-Abfluss unbehandelt in den Elensee einzuleiten, wie das nachfolgende Beispiel vom Schlachtensee zeigt.

Abbildung 2-2 zeigt die Produktionskurve des Schlachtensees, die die Zusammenhänge zwischen Nährstoffkonzentration (P<sub>ges</sub>) und Algenwachstum (Chlorophyll-a) verdeutlicht. Die Sanierung des Schlachtensees begann im Jahr 1980 bei einer P<sub>ges</sub>-Konzentration von 600 µg/l und einem Chlorophyll-a Gehalt von ca. 70 µg/l. Ein messbarer Sanierungserfolg im See wurde erst nach Erreichen einer Freiwasserkonzentration von deutlich weniger als 100 µg/l erkennbar und nur durch eine weitere signifikante Reduzierung der Gehalte auf mindestens 30 µg/l konnte die Zielvorgabe für den Schlachtensee nach 24 Jahren erreicht werden [7].

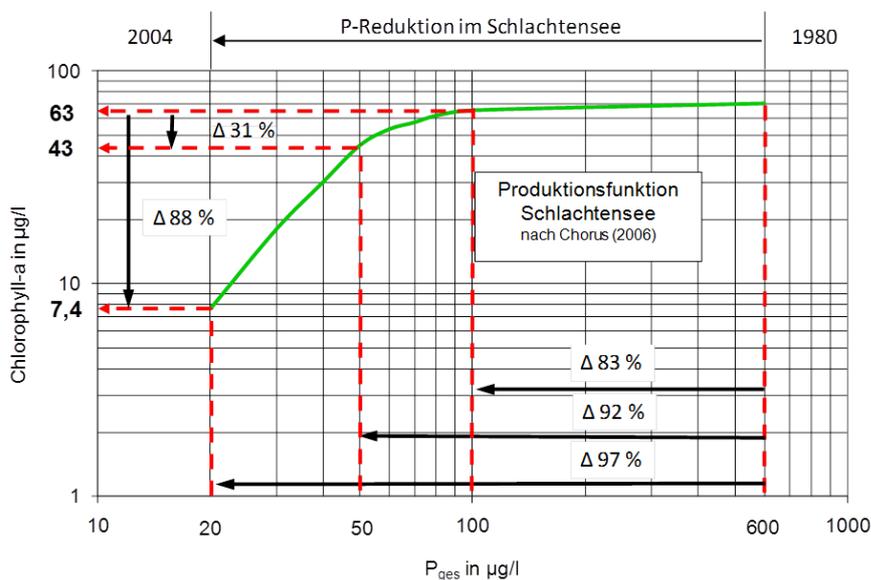


Abbildung 2-2: Produktionskurve in Stehgewässer am Bsp. Schlachtensee (aus [7])

### 3 Varianten der Regenwetterabfluss- und Trockenwetterabflussbehandlung

#### 3.1 Regenwetterabflussbehandlung

Bezogen auf das Ziel Phosphorrückhalt ist vor Einleitung in den Elsentech bzw. Elsensee eine Niederschlagswasserbehandlung in einem Retentionsbodenfilter (RBF) mit melioriertem Filtersubstrat notwendig, da die anderen üblichen Regenwasserbehandlungsanlagen hier keine ausreichende Reinigungswirkung aufweisen.

#### 3.2 Varianten der Trockenwetterabflussbehandlung

In einem ersten Schritt sollen zunächst die schadhaften Haltungen im Einzugsgebiet saniert werden, um den TW-Abfluss zu stoppen bzw. zu minimieren. Bislang wurden 76 % der Haltungen inspiziert und an 12 Haltungen Schäden der Klasse 1a festgestellt, die bis 2018 saniert werden sollen. Sollte die Sanierung schadhafter Haltungen keinen oder nur einen geringen Erfolg zeigen, sind unterschiedliche Varianten zur Ableitung bzw. Behandlung der Trockenwetterabflüsse denkbar, die nachfolgend erläutert werden.

##### Ableitung der TW-Abflüsse

Bei der Ableitung werden die TW-Abflüsse nicht gereinigt, sondern entweder in den Schmutzwasserkanal oder mit einer neu zu bauenden Druckrohrleitung in das benachbarte Regenwassereinzugsgebiet geleitet, das in die Wuhle entwässert (siehe Abbildung 3-1).

Bei der Ableitung in den S-Kanal müsste entweder der TW-Abfluss über ein eigenes Pumpwerk oder im Freigefälle in den S-Kanal geleitet werden. Die Trennung der TW- und RW-Abflüsse könnte im neu geplanten Geschiebeschacht der Bodenfilteranlage erfolgen. Diese Maßnahme ist sowohl temporär als auch dauerhaft denkbar. Die Zusatzbelastung der Kläranlage ist dabei zu berücksichtigen.

Die TW-Abflüsse über eine neu zu errichtende Druckrohrleitung in das benachbarte Regenwassereinzugsgebiet zu pumpen und dann in die Wuhle zu leiten, ist mit sehr hohen Baukosten verbunden und somit nur bei einem dauerhaften Betrieb denkbar.

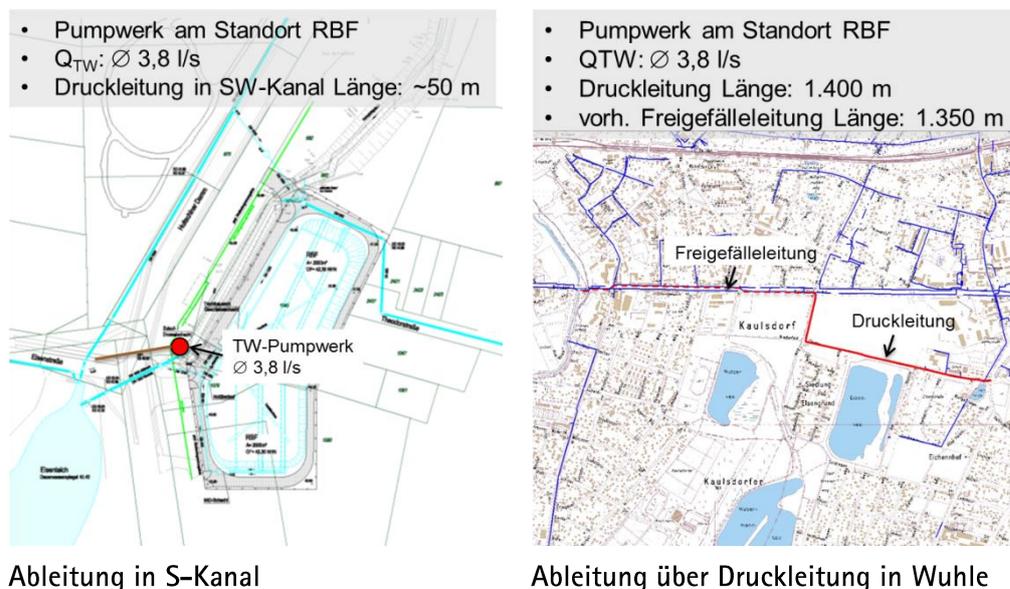


Abbildung 3-1: Varianten der Ableitung der TW-Abflüsse

### Behandlung der TW-Abflüsse

Für die Behandlung der TW-Abflüsse sind zwei Varianten denkbar, die nachfolgend erläutert werden.

Bei der ersten Variante werden die TW-Abflüsse über einen Teilbereich des geplanten RBF gereinigt, wie in der Abbildung 3-2 skizziert ist. Hierbei ist ein Filterteil separat abzutrennen und über eine aufwendige Steuer- und Regeltechnik zu betreiben. Um bei den relativ geringen TW-Abflüssen von rd. 4 l/s eine gleichmäßige Beschickung des Filters zu erzielen, muss der Ablauf dieses Filterteils so gesteuert werden, dass der Ablaufschieber geschlossen bleibt, bis sich ein gewisser Überstau auf dem Filter eingestellt hat. Erst dann soll der reguläre gedrosselte Ablauf aktiviert werden.

Da das Verfahren mit weitgehend partikelfreiem Wasser, einer hohen hydraulischen Belastung und einer kontinuierlichen Beschickung im Wechselbetrieb noch nicht erprobt ist, müssten im Vorfeld halbertechnische Voruntersuchungen zur Filterbelastung und Betriebsweise durchgeführt werden.

Diese Variante eignet sich durch ihre hohen Baukosten nur für eine dauerhafte Behandlung der TW Abflüsse.

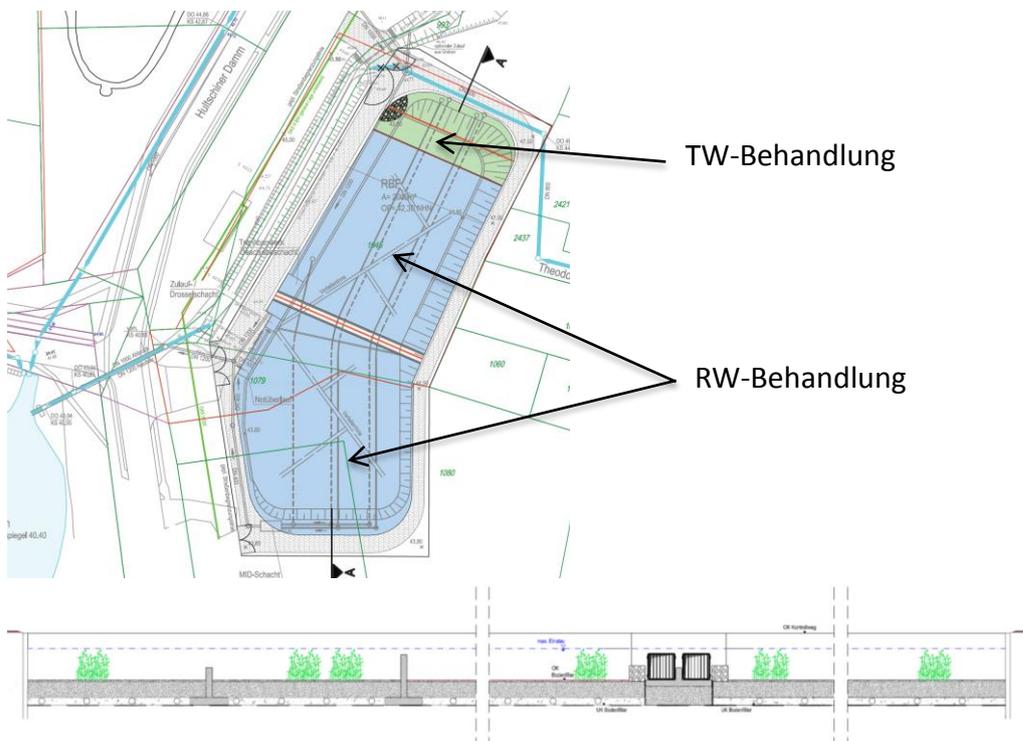


Abbildung 3-2: Behandlung der TW-Abflüsse über RBF

Die zweite Variante sieht vor, den ankommenden TW-Abfluss um den geplanten RBF umzuleiten und vor Einleitung in den Elsensee über eine Fällmittel-Dosieranlage zu behandeln.

Dieses Verfahren zur P-Fällung wird z.B. in Münster am Gewässer Münstersche Aa angewendet. Hier werden die Fällmittel direkt in die Münstersche Aa, rd. 2 km vor Einleitung in den Aasee zudosiert. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus einem Vorlagetank für Fällmittel, einer Dosiereinheit und einer Durchflussmessung zur Steuerung der Dosiereinheit. Auf eine Filtration der ausgefällten Flocken wird hier verzichtet und das Gewässer selbst als Sedimentationsraum genutzt. Somit kann man

hier nicht von einer Frachtreduzierung sondern „nur“ von einer Bindung des  $\text{PO}_4\text{-P}$  sprechen. Laut [8] ist die Anlage seit 2005 in Betrieb und wird an rd. 150 Tagen, zwischen April und September betrieben. Als Fällmittel wird Eisen III Chlorid verwendet.



*Abbildung 3-3: Behandlung der TW-Abflüsse über Fällmittelanlage*

Die Zudosierung des Fällmittels könnte im Bereich des Rohrpfehlgrabens oder kurz vor Einleitung in den Elsteich erfolgen, um eine gute Durchmischung zu erreichen. Der Elsteich würde dabei als Sedimentationsanlage für die Fällmittelflocken fungieren.

Ein solches Verfahren sollte in einer umfangreichen Versuchsreihe geprüft werden. Zur kontinuierlichen Fällung ohne nachgeschaltete Filtration gibt es bislang nur wenige Erfahrungen.

Bei diesem Verfahren ist mit relativ geringen Bau- und Betriebskosten zu rechnen. Es kann sowohl temporär als auch dauerhaft eingesetzt werden.

## 4 Schlussfolgerungen

Nach Bewertung der Unterlagen wurden 4 Varianten zur Behandlung bzw. Ableitung der Trocken- und Regenwetterabflüsse erarbeitet und mit den BWB am 03.07.2015 und später mit allen Beteiligten in Form einer ersten Zwischenpräsentation am 19.08.2015 diskutiert, bei der folgende Punkte festgelegt bzw. festgestellt wurden:

- Die RW-Abflüsse sollen über einen Retentionsbodenfilter gereinigt werden und über den Rohrpfuhlgraben / Elsenteach in den Elsensee geleitet werden.
- Die bereits bekannten schadhafte n Haltungen werden seitens der BWB bis 2018 saniert und die noch offenen 24 % der Haltungen im Einzugsgebiet inspiziert. Sollten weitere schadhafte Stellen festgestellt werden, sind diese ebenfalls zu sanieren.
- Zeigen sich nach Abschluss der Haltungssanierungen weiterhin Trockenwetterzuflüsse, sollen in einer Messkampagne die Wassermengen und die Frachten erhoben werden. Bei Bedarf sollen die TW-Abflüsse über eine Fällmittelanlage im Bereich des Rohrpfuhlgrabens parallel zum RBF behandelt werden.
- Es wird empfohlen, den Elsenteach vor der Inbetriebnahme des RBF zu entschlammern.
- Über eine Seeuntersuchung soll der Zustand des Elsensees noch vor dem Bau des Retentionsbodenfilters ermittelt werden. Hierbei sind auch weitere Stoffquellen (z.B. Sickerwasser) zu untersuchen.
- Nach dem Bau des RBF wird eine Erfolgskontrolle vorgeschlagen.
- Der Elsenteach und der Elsensee befinden sich im Wasserschutzgebiet (Zone III A). Der Elsensee ist kein Badegewässer. Der Bau einer Wasserskianlage im Elsensee erfordert keine Badegewässerqualität. Im Wasserschutzgebiet ist kein Badegewässer gewollt, vorbehaltlich der richterlichen Entscheidung wird der Bau einer Wasserskianlage durch das Bezirksamt nicht unterstützt.

## 5 Regenwetterabflussbehandlung über Bodenfilter

### 5.1 Randbedingungen

Nach Abstimmung mit den BWB (Termin vom 28.09.2015) und der Vermessung durch die BWB vom 21.10.2015 soll die Retentionsbodenfilteranlage unter folgenden Randbedingungen geplant werden.

- Die zukünftige Erschließung des Einzugsgebietes ist bei der Dimensionierung zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2.2).
- Der Retentionsbodenfilter soll einen Geschiebeschacht als Vorstufe erhalten, der mit einer Tauchwand zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten und Schwimmstoffen ausgestattet ist. Diese Auslegung der Vorstufe entspricht dem aktuellen Bearbeitungsstand des DWA-A 178.
- Im Regenwasserkanal ist laut Abflussmessungen mit einem durchschnittlichen Trockenwetterabfluss von 3,8 l/s zu rechnen, der an der Anlage vorbeigeleitet werden soll. Kann der TW-Abfluss nicht durch Sanierung im Kanalnetz signifikant unterbunden werden, ist eine TW-Abflussbehandlung vorzunehmen.
- Für den Vorentwurf des Bodenfilters werden folgende Planungshöhen festgelegt:

Filteroberkante	42,90 m NN
Ablaufhöhe	41,65 m NN
Überlaufschwelle RBF	43,90 m NN
Minimale Böschungsoberkante / Kontrollweg	44,20 m NN

### 5.2 Vorentwurf

Die Vorentwurfsplanung für die Regenwasserbehandlungsanlage sieht für die Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet Hultschiner Damm (DN 1000) und Theodorstraße (DN 800) eine Vollstrombehandlung über einen Retentionsbodenfilter im Hauptschluss vor. Die Planungsvarianten sind in den Lageplänen K1, K2 und in den Längsschnitten K3 dargestellt.

Für den Regenwetterabfluss aus der Theodorstraße wurden zwei Varianten der Zuleitung erarbeitet. In der ersten Variante wird der vorhandene Kanal weiter genutzt. Der höher liegende Schacht (15013 501 A<sub>R</sub>) muss in dieser Variante als Absturzschacht umgebaut werden. Von dort aus wird über einen neuen Kanal zum Geschiebebauwerk eine neue Verbindung hergestellt. Die zweite Variante stellt die Neutrassierung des R-Kanals und des S-Kanals (DN 200) aus der Theodorstraße mit Umbau des vorhandenen Schachtes (15013 507 A<sub>R</sub>) als Absturzschacht vor. Durch den Geländesprung im nordöstlichen Bereich ist aus unserer Sicht diese Variante als Vorzugsvariante zu sehen, um die Zuwegung an den Schacht 15013 501 zu ermöglichen. Ein Stilllegen (Rückbau / Verdämmen) der Haltung ist mit dem Grundstückseigentümer abzustimmen.

Der Regenwetterabfluss vom Hultschiner Damm wird über einen neuen Umlenkschacht mit Absperrschieber (I<sub>R</sub>) zu dem den Filter vorgeschalteten Geschiebebauwerk geleitet.

Das Geschiebebauwerk mit Tauchwand dient dem Rückhalt von Schwimmstoffen, Leichtflüssigkeiten und groben Sedimenten. Eine Vorstufe mit Dauerstau (RKBmD) wird nicht vorgesehen.

Zur Optimierung der Betriebsweise ist eine Teilung des Filters in zwei Bereiche vorgesehen, so dass bei kleinen und mittleren Zuflüssen zunächst nur ein Filterbereich beschickt wird. Erst bei großen Regenereignissen wird die Trennwand im Bereich der

Verteilerrinne überströmt und die gesamte Filterfläche beschickt. Durch Verstellen der jeweiligen Zulaufschieber kann der zu beschickende Filterbereich gewechselt werden.

Die Verteilung des Wassers auf der Filteroberfläche erfolgt über eine Verteilerrinne mit mittiger Schwelle. Um Erosionserscheinungen durch den Zufluss zu vermeiden, werden beidseitig Gabionen an der Verteilerrinne zur Vernichtung der Strömungsenergie eingesetzt.

Der Ablauf aus dem Retentionsbodenfilter erfolgt über ein Drosselbauwerk. Die zweistufigen Drosselorgane sind so angeordnet, dass der Filter im unteren Bereich (unterhalb Filteroberkante) stärker gedrosselt ist als im überstauten Bereich. Das Drosselbauwerk dient gleichzeitig als Überlaufbauwerk, über das bei Vollenfüllung des Retentionsraumes eine Entlastung erfolgen kann.

Der TW-Abfluss wird über das Geschiebebauwerk in den Rohrpfuhlgraben im Freigefälle abgeleitet. Sollte der TW-Abfluss über die geplanten Haltungssanierungen im Einzugsgebiet langfristig nicht gestoppt werden, ist optional ein Schachtbauwerk mit Stromanschluss für eine Fällmittelanlage vorzusehen.

### 5.3 Bemessung

#### Vorstufe

Auf eine nach DWA-M 178 [9] bemessene Vorstufe für den Filter soll, wie bereits erwähnt, verzichtet und stattdessen ein Geschiebebauwerk vorgesehen werden. Das vorgesehene Geschiebebauwerk mit Tauchwand hat hingegen einer Vorstufe nur eine Grundfläche von ca. 36 m<sup>2</sup>. Das Bauwerk soll so ausgelegt werden, dass ein Geschiebesammelvolumen von ~ 0,3 m<sup>3</sup>/ha A<sub>u</sub> sowie ein Ölauffangraum vorgehalten werden. Mit den gewählten Abmessungen (L 9m/B 4m) ergibt sich ein Sedimentationsraum im Geschiebebauwerk von rd. 30 m<sup>3</sup>.

#### Bodenfilter

Der Retentionsbodenfilter soll nach den neuen Bemessungsansätzen (DWA-A 178, in Bearbeitung), Handbuch NRW [10] dimensioniert werden. Hierbei wird nicht - wie bislang üblich - die Filterbelastung über die Stapelhöhe sondern über die stoffliche Belastung (AFS<sub>Fein</sub>) der Filterfläche begrenzt. Demnach soll die mittlere jährliche AFS<sub>Fein</sub>-Belastung der Filterfläche einen Wert von 7 kg/m<sup>2</sup>/a nicht überschreiten.

Die AFS<sub>Fein</sub>-Belastungen aus dem Einzugsgebiet werden nach dem aktuellen Bearbeitungsstand des DWA-A 102 (in Bearbeitung) in Zukunft über eine Flächenkategorisierung abgeschätzt. Hierbei werden, wie in Tabelle 5-1 dargestellt, die einzelnen Flächen des Einzugsgebietes einer Kategorie und somit einem potenziellen Stoffabtrag zugeordnet.

Tabelle 5-1: Flächenkategorisierung nach Herkunft (Beispiele) [11]

Kategorie	Flächenbeispiele	Stoffabtrag AFS <sub>Fein</sub> in kg/ha · a
I gering belastet	Dachflächen ohne Metalleindeckung, Geh- Radwege, Hofflächen ohne Kfz Befahrung, Fußgängerzonen	280
II mäßig belastet	Dachflächen ohne Metalleindeckung in Industrie- und Gewerbegebieten, Einkaufsstraßen, Wohn- und Erschließungsstraßen mit Park- und Stellplätzen, Verkehrsflächen mit Verkehrsaufkommen 2.000 < DTV < 15.000	530
III stark belastet	alle weiteren Flächen	760

Im Falle des Standortes am Hultschiner Damm werden nicht die einzelnen Flächen nach ihrer Belastung kategorisiert sondern die langjährigen Messwerte von dem benachbarten Einzugsgebiet Biesdorfer Baggersee übertragen. Am RBF Biesdorfer Baggersee wurde über den Zeitraum von rd. 1,5 Jahren eine abflussgewichtete AFS-Konzentration von 176 mg/l mit einem Feinanteil von 86,5% ermittelt. Daraus ergibt sich eine AFS<sub>Fein</sub>-Konzentration von 152 mg/l.

Die hydraulische Bilanzierung der Regenwasserbehandlungsanlagen wird anhand der Berechnungsergebnisse einer Niederschlags-Abfluss-Langzeitsimulation mit dem Programm *erwin* vorgenommen. Die Zuflüsse zum RBF, das Speichervolumen im RBF und der RBF-Überlauf werden unter Belastung einer gemessenen Regenreihe berechnet und statistisch ausgewertet. Dieses Vorgehen entspricht dem Berechnungsverfahren „Nachweis der Leistungsfähigkeit mittels Niederschlags-Abfluss-Langzeitsimulation“ des DWA-A 117 [12].

Als Niederschlagsbelastung wird die 48 jährige Regenreihe (1960 – 2007) der Station Neukölln verwendet. Für die notwendigen Modellparameter der Abflussbildung werden die Standardwerte angesetzt, die den gemessenen Gesamtabflussbeiwert [1] von 0,6 widerspiegeln. Es werden ausschließlich die befestigten angeschlossenen Flächen (A<sub>E,b,a</sub>) berücksichtigt.

Für die stoffliche Bilanzierung werden die in der Tabelle 5-2 aufgeführten Wirkungsgrade für RBF im Trennsystem nach Handbuch NRW [10] und DWA A178 [9] herangezogen.

Tabelle 5-2: stoffliche Wirkungsgrade RBF im Trennsystem

Parameter	Filterüberlauf $\eta_{FÜ}$	Filterablauf $\eta_F$
AFS <sub>Fein</sub>	0,5	0,95
Phosphor	0,3	0,5 / 0,8 *

\* 0,8 nur bei speziell für P melioriertem Substrat

Weiterhin werden für die Dimensionierung der RBF-Anlage folgende Randbedingungen berücksichtigt:

Tabelle 5-3: Randbedingungen RBF

Anlagentyp	RBF als Vollstromanlage
Retentionsraum	1,0 m
Filterhöhe	1,0 m
Böschungsneigung	1 : 2
anrechenbares Porenvolumen	15 %
spezifische Ablaufdrossel	0,05 l/s *m <sup>2</sup> A <sub>F</sub>

Zusammen mit dem langjährigen mittleren Abfluss von 240.000 m<sup>3</sup>/a für das Einzugsgebiet Hultschiner Damm ergibt sich eine AFS<sub>Fein</sub>-Fracht von 36.540 kg/a. Diese Fracht entspricht einem spezifischen Flächenabtrag von 475 kg/(ha x a), der sich im Bereich der Kategorie I bis II bewegt.

Mit der ermittelten Fracht von 36.540 kg/a und einem AFS<sub>Fein</sub> Wirkungsgrad von 95 % wird die notwendige Filterfläche wie folgt berechnet:

$$A_F = \frac{B_{AFS,F,zu}}{7\text{kg/m}^2/a} \cdot \eta_{AFS-F} \quad A_F = \frac{36.540\text{kg/a}}{7\text{kg/m}^2/a} \cdot 0,95 \approx 5.000\text{m}^2$$

Somit beträgt nach einer ersten Abschätzung die erforderliche Filterfläche 5.000 m<sup>2</sup>.

Mit der gewählte Filterfläche von 5.000 m<sup>2</sup> wurde eine Langzeitsimulation und Frachtermittlung zur hydraulischen und stofflichen Bilanzierung durchgeführt (Tabelle 5-4). Die Zeile Hydraulik in der Tabelle 5-4 zeigt die Ergebnisse der N-A-Langzeitsimulation für einen RBF mit einer Filterfläche von 5.000 m<sup>2</sup> auf. Demnach gelangen im Mittel jährlich rd. 239.000 m<sup>3</sup>/a zur RBF Anlage. Das entspricht fast genau den aus den Messwerten abgeleiteten 240.000 m<sup>3</sup>/a Zufluss. Die bei der Simulation angesetzten Standardparameter für die Abflussbildung sind hier zutreffend. Rechnerisch ergeben sich 3,4 Überlaufereignisse pro Jahr bei denen insgesamt rd. 16.100 m<sup>3</sup>/a über den RBF-Überlauf abgeschlagen werden. Dies entspricht einem hydraulischen Wirkungsgrad von 93,2 %.

Mit der oben aufgeführten AFS<sub>Fein</sub>- und P-Konzentration und den Ergebnissen der Simulation wurden die Frachten für den Zulauf, Überlauf und Ablauf der Bodenfilteranlage ermittelt.

Tabelle 5-4: hydraulische und stoffliche Bilanzierung für den Retentionsbodenfilter (Filterfläche A<sub>F</sub> = 5.000 m<sup>2</sup>)

	Q <sub>zu</sub> RBF	Q <sub>ab</sub> RBF	Q <sub>ue</sub> RBF	Fracht- rückhalt	Wirkungs- grad
	m <sup>3</sup> /a				%
Hydraulik	238.599	222.474	16.124	-	93,2
<b>Fracht</b>	<b>kg/a</b>				<b>%</b>
AFS <sub>Fein</sub>	36.324	1.693	1.227	33.403	92,0
Phosphor	55,0	10,2	2,6	42,2	76,6

Mit der ermittelten Rückhaltefracht von 33.403 kg/a  $AFS_{Fein}$ , die auf der Filterfläche verbleibt und der maximalen Filterflächenbelastung von 7 kg/m<sup>2</sup>/a ergibt sich eine neue erforderliche Filterfläche von 4.750 m<sup>2</sup>.

$$A_f = \frac{33.403 \text{ kg/a}}{7 \text{ kg/m}^2/\text{a}} \approx 4.750 \text{ m}^2$$

Über einen weiteren Iterationsschritt wird mit der ermittelten erforderlichen Filterfläche von 4.750 m<sup>2</sup> eine zweite N-A-Simulation durchgeführt. Die Ergebnisse der Simulation und der Frachtberechnung zeigt die Tabelle 5-5.

Tabelle 5-5: *hydraulische und stoffliche Bilanzierung für Filterfläche  $A_f = 4.750 \text{ m}^2$*

	<b>Qzu</b> RBF	<b>Qab</b> RBF	<b>Que</b> RBF	<b>Fracht- rückhalt</b>	<b>Wirkungs- grad</b>
	m <sup>3</sup> /a				%
Hydraulik	238.599	221.241	17.330	-	92,7
<b>Fracht</b>	<b>kg/a</b>				<b>%</b>
$AFS_{Fein}$	36.320	1.684	1.319	33.317	91,7
Phosphor	55,0	10,2	2,8	41,9	76,4

Demzufolge wird bei einer Filterfläche von 4.750 m<sup>2</sup> im Mittel jährlich 7,3 % des Zulaufes über den Filterüberlauf abgeschlagen. Bezogen auf die Filterfläche ergibt sich bei einem jährlichen Zufluss von 238.599 m<sup>3</sup>/a eine mittlere Stapelhöhe von knapp 50 m.

Die Reinigungsleistung resp. Frachtentlastung des Filters beträgt für  $AFS_{Fein} = 91,7 \%$  und  $P_{ges} = 76,4 \%$  bezogen auf den RW-Abfluss. Über den Ablauf bzw. Überlauf des Bodenfilters werden jährlich rd. 3.000 kg/a an  $AFS_{Fein}$  und rd. 13 kg/a an  $P_{ges}$  in das Gewässer geleitet.

## 5.4 Hinweise für die weitere Planung und Ausführung

Bei der weiteren Planung und Ausführung sind folgende Punkte zu beachten:

1. Der Vorentwurf sieht für die Zuleitung aus der Theodorstraße (DN 800) zwei Varianten vor. Durch den Geländesprung im nordöstlichen Bereich ist die zweite Variante als Vorzugsvariante zu sehen, um die Zuwegung an den Schacht 15013 501 zu wahren. Ein Stilllegen (Rückbau / Verdämmen) der Haltung ist mit dem Eigentümer abzustimmen.
2. Der TW-Abfluss soll über den Geröllfang in den Rohrpfehlgraben abgeleitet werden. Sollte der TW-Abfluss über Haltungssanierungen im Einzugsgebiet langfristig nicht gestoppt werden, ist ein Schachtbauwerk für eine Fällmittelanlage vorzusehen.
3. Es ist mit dem Betrieb zu klären, ob die geplante Zuwegung / Zufahrt den betrieblichen Anforderungen genügt.
4. Für das Geschiebepbauwerk sind in Abstimmung mit dem Betrieb die erforderlichen Abmessungen des Ölsammelraums festzulegen. Vorgeschlagen wird ein Ölsammelraum von rd. 1.000 l, um auch den Inhalt größerer Kraftstofftanks bei Havarien aufnehmen zu können.
5. Um den Bodenfilter z.B. bei Wartungsarbeiten außer Betrieb zu nehmen, ist ein Schieber im Umlenschacht anzuordnen.
6. Die Anzahl, Lage, maximalen Längen und Dimension der Dränage sind im Entwurf festzulegen. Als Durchwurzelungsschutz sollen die Dränsauger mit einer 1 m breiten Folie überdeckt werden.
7. Für den Anlagenbetrieb und für die Anlagenkontrolle sollten Wasserstandssonden im und auf den beiden Filterteilen betrieben und zur weiteren Auswertung und die Daten per Datenfernübertragung (DFÜ) an die BWB Leitzentrale übermittelt werden.
8. Der Elsentich sollte vor der Inbetriebnahme des RBF entschlammt werden.
9. Für die erste Betriebszeit sollte ein Monitoring / Erfolgskontrolle vorgesehen werden, um
  - in Bezug auf den Geschiebepbauwerk Rückschlüsse für die Planung zukünftiger Behandlungsanlagen in Berlin zu erhalten
  - den Umgang und die Auswirkungen mit dem TW-Abfluss auf das Gewässer zu klären (evtl. Behandlung über Fällmittelanlage)

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] D. Grotehusmann, B. Lambert und J. Rüter, „Voruntersuchungen zum Bau einer Retentionsbodenfilteranlage im Einzugsgebiet Hultschiner Damm,“ Berlin, 2010.
- [2] Hyder Consulting GmbH Deutschland, „Regenwasserbehandlungsanlage Hultschiner Damm in Marzahn-Hellersdorf,“ BWB, Berlin, 2013.
- [3] B. Lambert, D. Grotehusmann und J. Rüter, „Studie zur Festlegung der Regenwasserbehandlungsanlagen für das Einzugsgebiet der Alten und der Neuen Wuhle,“ BWB, Berlin, 2013.
- [4] D. Grotehusmann, J. Rüter, B. Lambert und S. Fuchs, „RBF Biesdorf, Phase 3,“ BWB, Berlin, 2011.
- [5] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin, Umweltatlas Berlin, Berlin, 2015.
- [6] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, „Gewässeratlas von Berlin,“ Berlin, 2005.
- [7] S. Fuchs, B. Lambert, D. Grotehusmann und J. Rüter, „Studie zur Effizienz von Maßnahmen der Regenwasserbehandlung in Berlin,“ Berlin, 2009.
- [8] B. Surholt, W. Mathys und A. Schülting, „Therapiemaßnahmen zur Bekämpfung der Cyanobakterien im Aasee 2006,“ Institut für Hygiene des Universitätsklinikums Münster, Münster, 2006.
- [9] DWA, „Merkblatt DWA-M 178, Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem,“ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V, 2005.
- [10] MKULNV, „Retentionsbodenfilter, Handbuch für Planung Bau und Betrieb,“ NRW, 2015.
- [11] T. G. Schmitt, „Präsentation: Einleitung von Regenwetterabflüssen, Weiterentwicklung des Regelwerkes (DWA/BWK),“ TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2015.
- [12] DWA, „Arbeitsblatt DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen,“ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V, Hennef, 2013.