



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

Retentionsbodenfilter Sachsen-Anhalt

Sonderuntersuchungen am Zu- und Ablauf eines
Retentionsbodenfilters im Entwässerungssystem von Stiege
(2016 - 2019)

04.11.2021

Sonderuntersuchungen zu
Niederschlagswasser-
einleitungen aus Misch-
und Regenwasserkanälen



Sonderuntersuchung ReboSA

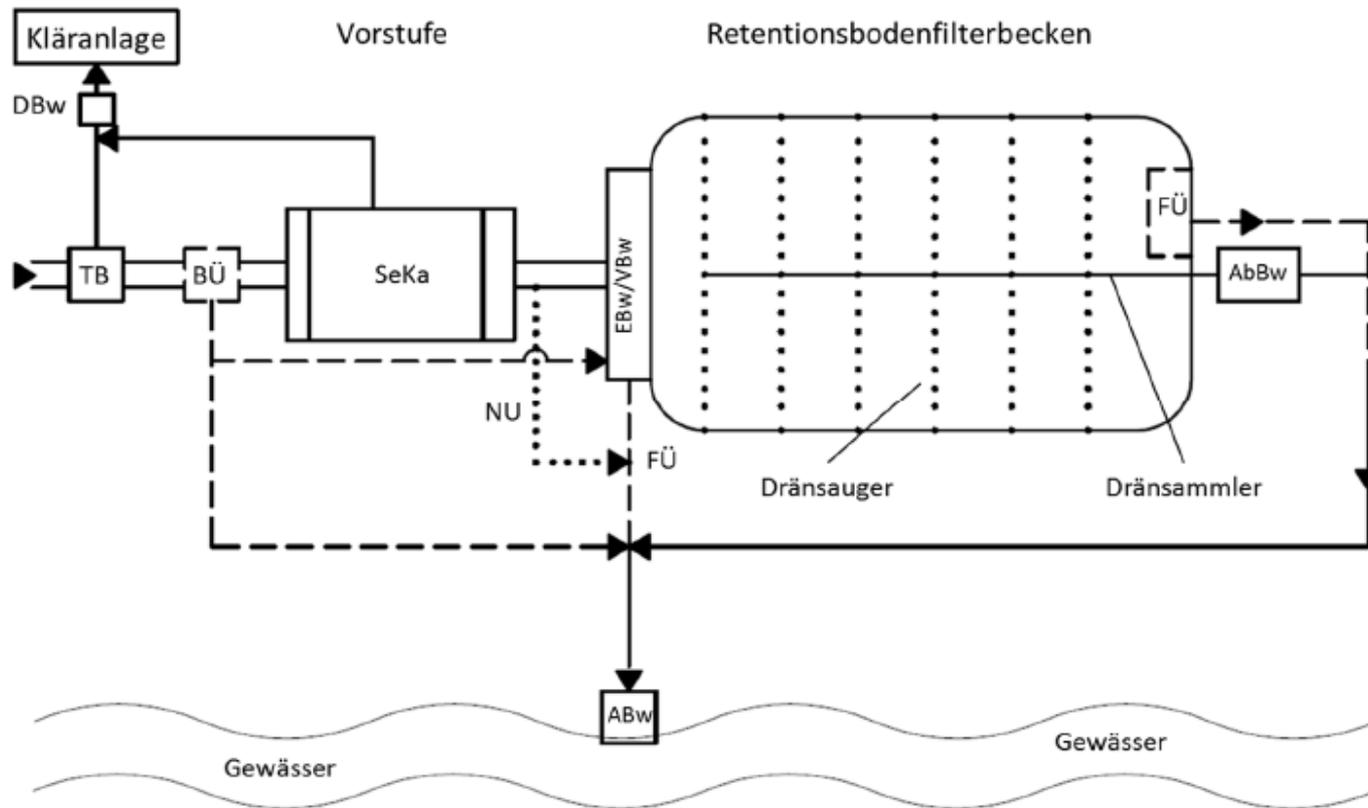
Gliederung

- Mischwasserbehandlung mit Retentionsbodenfiltern
- Entwässerungssystem und Retentionsbodenfilteranlage Stiege
- Erläuterungen zum Sonderuntersuchungsprogramm
- Untersuchungsergebnisse
- Bilanzierung des Entwässerungssystems
- Schmutzfrachtsimulation mit KOSIM
- Fachliche Bewertung des Retentionsbodenfilters
- Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung
- Zusammenfassung



Sonderuntersuchung ReboSA

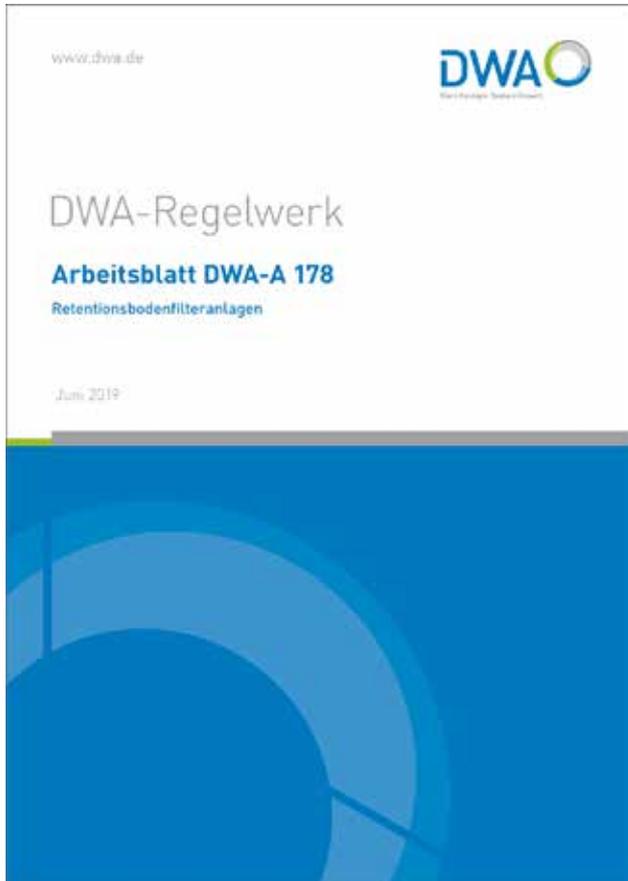
Mischwasserbehandlung mit Retentionsbodenfilteranlagen



DWA-A 178 Schematische Darstellung einer RBFA im Mischsystem



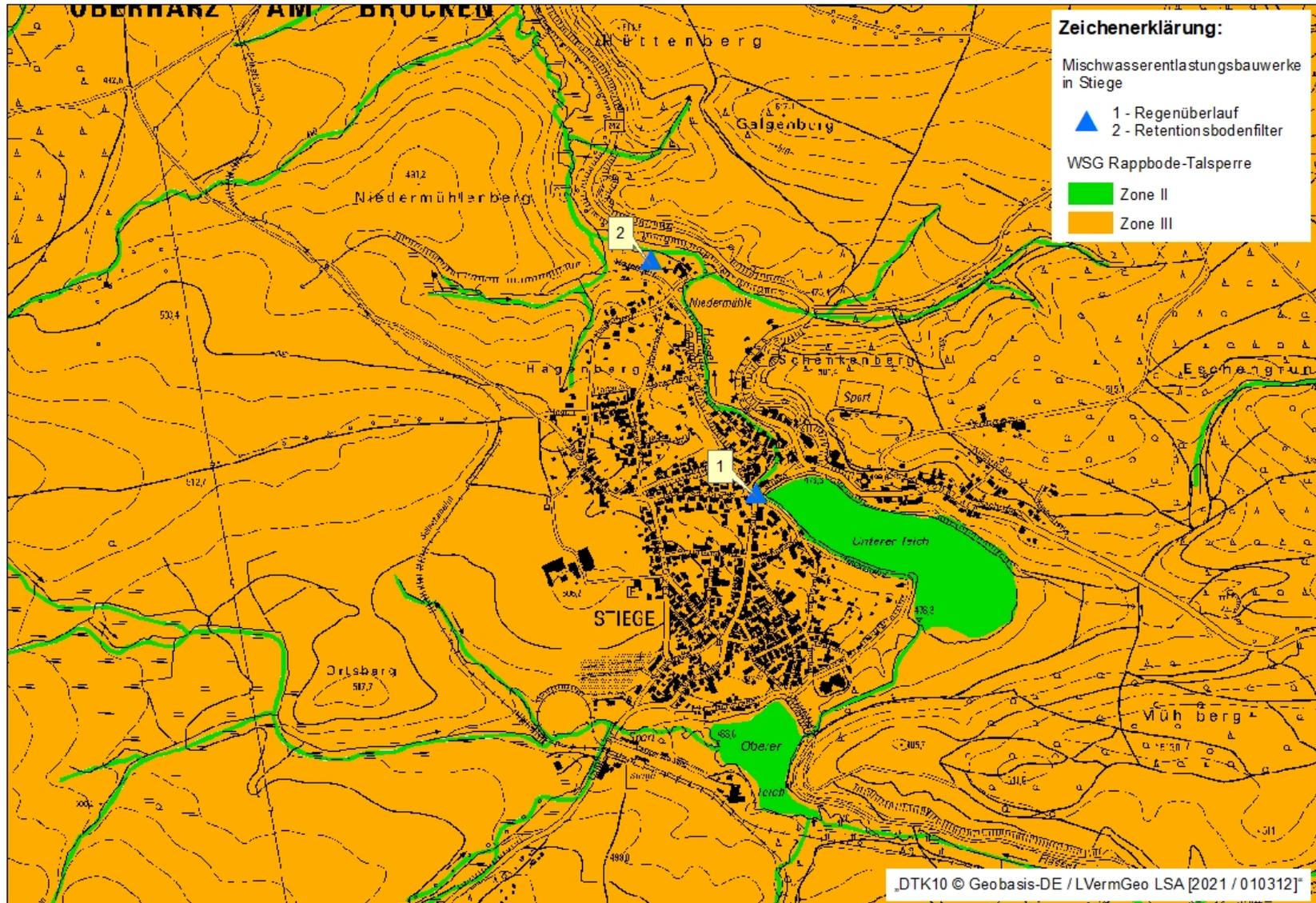
Mischwasserbehandlung mit Retentionsbodenfilteranlagen



- Maßgebendes Bemessungskriterium
 AFS_{63} – Bodenfilteroberflächenbelastung
 $4 - 7 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Dimensionierung iterativ mit Hilfe der
Langzeitsimulation



Sonderuntersuchung ReboSA





Sonderuntersuchung ReboSA

Retentionsbodenfilteranlage Stiege



Foto: LAU Dezernat 21



Sonderuntersuchung ReboSA

Retentionsbodenfilteranlage Stiege - Vorstufe



- Durchlaufbecken (Absetz- und Rechenanlage)
 $V = 130 \text{ m}^3$
- Klär- und Beckenüberlauf (KÜ / BÜ)
- $Q_{\text{Dr}} = 19 \text{ l/s}$ zur KA
Rübeland

Foto: LAU Dezernat 21



Sonderuntersuchung ReboSA

Retentionsbodenfilteranlage Stiege – Einlauf- und Verteilungsbauwerk



- Betonmauer mit 12 Durchlässen
- Zulaufkanal DN 500
- Notumlauf DN 500

Foto: LAU Dezernat 21



Sonderuntersuchung ReboSA

Retentionsbodenfilteranlage Stiege - Filterbecken



Foto: LAU Dezernat 21

- Durchlauffilterbecken
 $V_{RR} = 264 \text{ m}^3$
- vertikal durchströmt
- zweischichtiger
Filteraufbau
- $k_f = 1,5 * 10^{-3} \text{ m/s}$
- Dränsystem mit 12
Dränsammlern (DN 100)



Sonderuntersuchung ReboSA

Erläuterungen zum Sonderuntersuchungsprogramm

Messungen aller Entlastungsereignisse an der RBFA Stiege über einen mehrjährigen Zeitraum (2016 – 2019)

- **Ziele:**

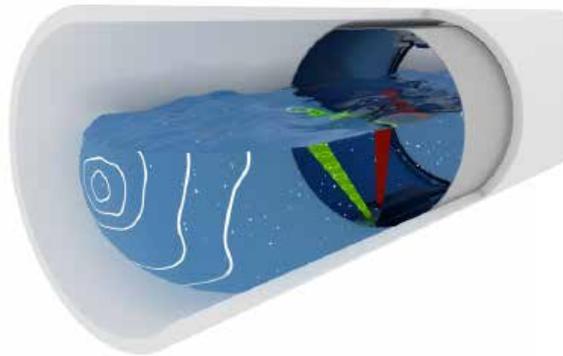
- Ermittlung der aus dem Mischsystem Stiege entlasteten Mengen und Schmutzfrachten
- Beschreibung des hydraulischen und stofflichen Wirkungsgrades der RBFA
- Kalibrierung KOSIM-Modell-Projekt
- Ableitung einer Sanierungsempfehlung



Sonderuntersuchung ReboSA

Erfassung von Durchflussdaten

- bestehende Durchflussmesseinrichtungen des Betreibers am Beckenüberlauf des Durchlaufbeckens (Vorstufe) und am PW Stiege
- im Juli 2016 Durchflussmesseinrichtungen im Zu- und Ablaufkanal installiert
- kombinierte Druck- und Ultraschallsonden (Puls-Doppler-Prinzip)



www.was-bs.de





Sonderuntersuchung ReboSA

Beprobung / Analytik



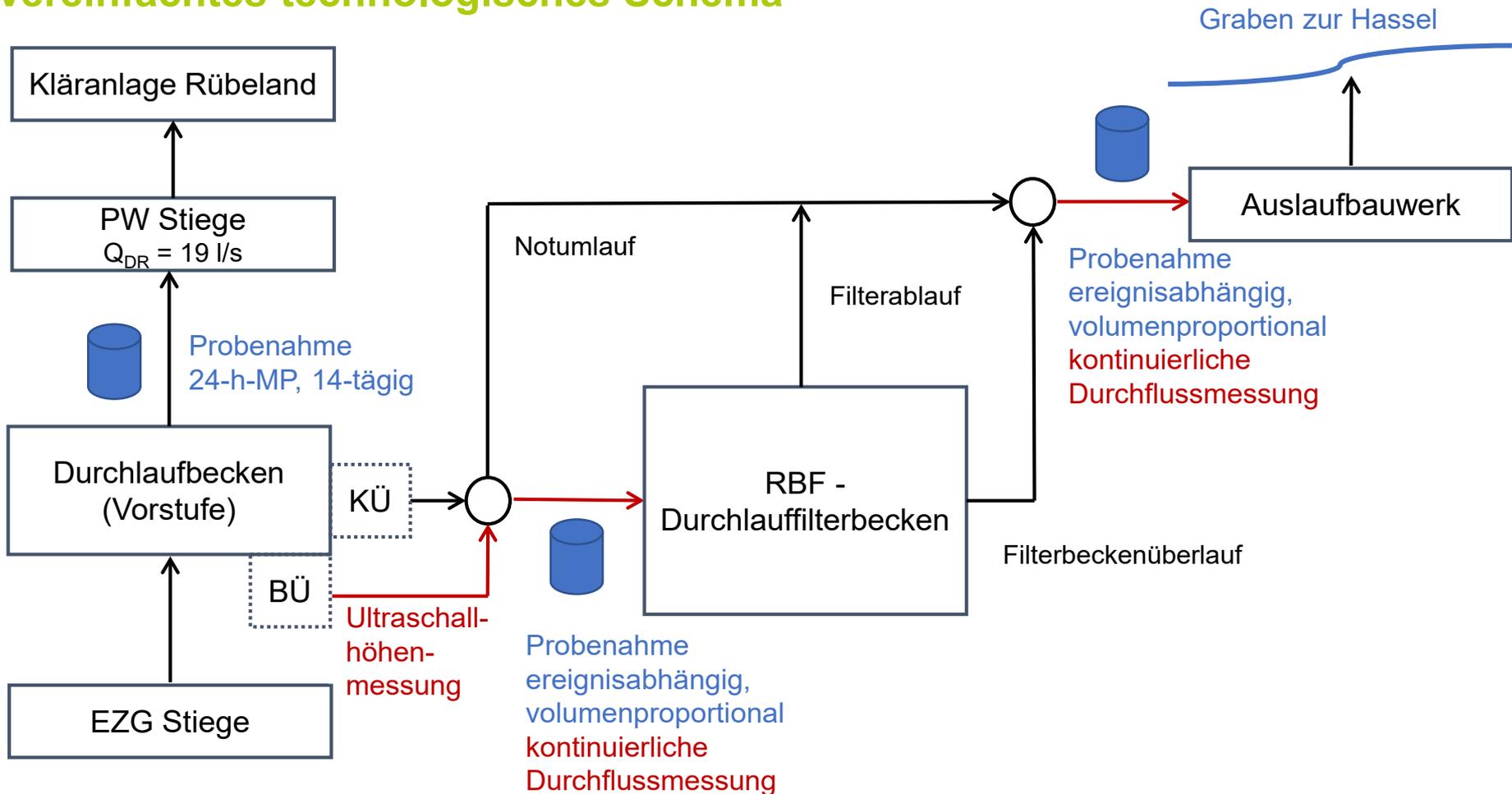
- ab Juni 2017
ereignisabhängige,
volumenproportionale
Beprobung am Zu- und Ablauf
- zusätzlich ab August 2017
24-h-Mischproben aus dem zur
KA Rübeland weitergeleiteten
Abfluss

Fotos: LAU Dezernat 21



Sonderuntersuchung ReboSA

Vereinfachtes technologisches Schema





Sonderuntersuchung ReboSA



Fotos: LAU Dezernat 21



Sonderuntersuchung ReboSA

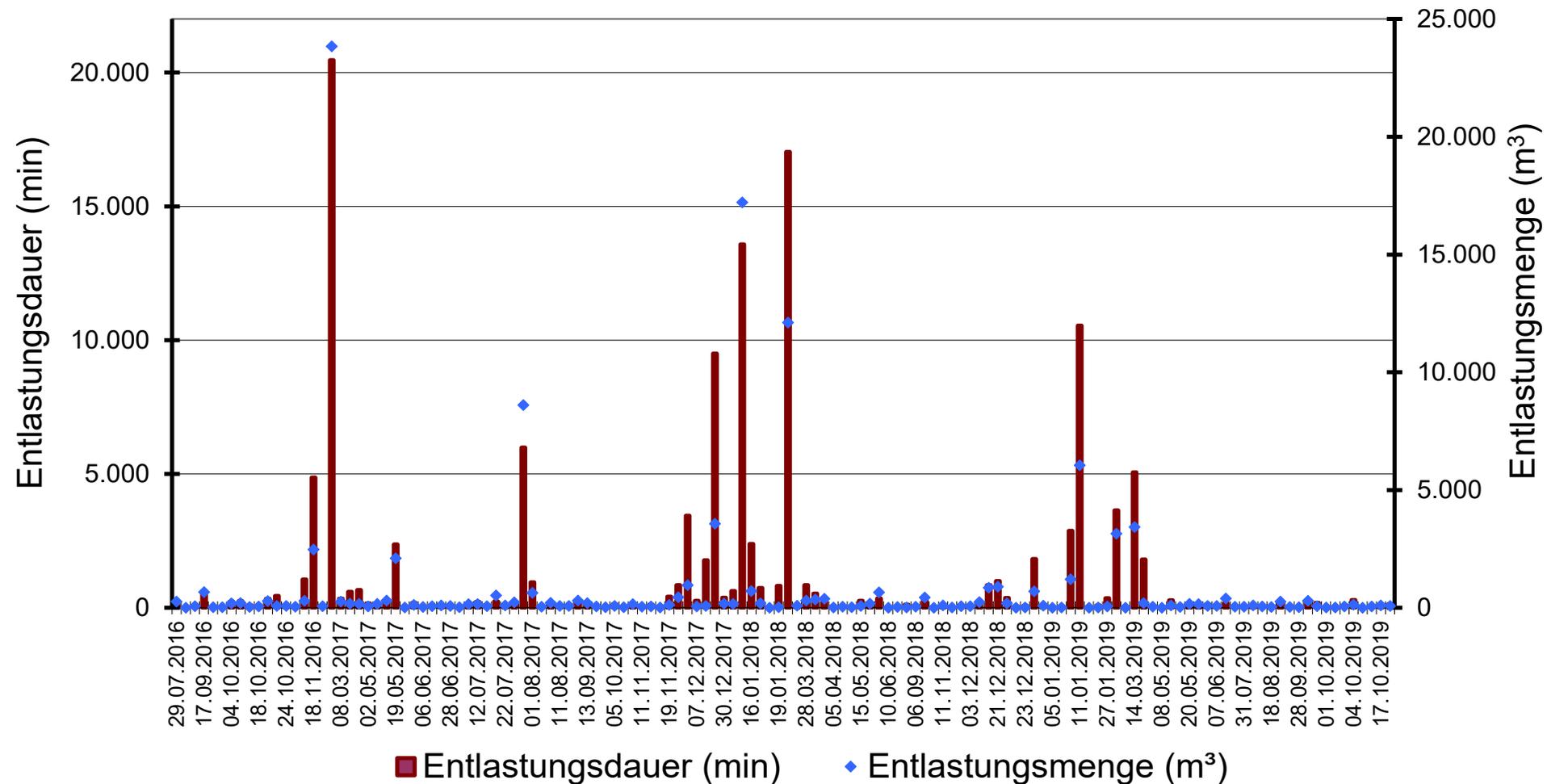
Untersuchungsergebnisse - hydraulisch

- Untersuchungszeitraum Juli 2016 – Oktober 2019
- 134 Entlastungsereignisse
- davon 114 kleine Entlastungsereignisse < 500 m³ Entlastungsmenge



Sonderuntersuchung ReboSA

Sonderuntersuchung "ReboSA" Entlastungsverhalten am Zulauf des Retentionsbodenfilters Stiege





Sonderuntersuchung ReboSA

Untersuchungsergebnisse - stofflich

- Untersuchungszeitraum Juni 2017 – Oktober 2019
- 105 Entlastungsereignisse
- nicht für alle Entlastungsereignisse liegen Analysenwerte vor, jedoch von der überwiegenden Anzahl der mittleren und größeren Ereignisse
- analysiert wurden folgende Parameter: CSB, BSB₅, AFS, AFS₆₃, Nährstoffe N und P, ausgewählte Schwermetalle und ausgewählte Biozide/Pflanzenschutzmittel



Sonderuntersuchung ReboSA

Untersuchungsergebnisse - stofflich

Sonderuntersuchung „ReboSA“ (Juni 2017 – Oktober 2019)			
Parameter	Einheit	mittlere Konzentration im Zulauf zum RBF (Fracht gewogen)	mittlere Konzentration im Ablauf der RBFA (Fracht gewogen)
CSB	mg/l	42,4	25,2
TN_b		6,9	6,5
P_{ges}		0,52	0,51
AFS		62,2	59,3

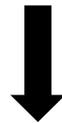


Sonderuntersuchung ReboSA

Bilanzierung des Entwässerungssystems – Hydraulische Bilanz

Grundlage sind gemessene Jahresabflüsse am:

- Ablauf des Pumpwerkes Stiege zur KA Rübeland (Betreiber)
- Beckenüberlauf zur Vorstufe (Betreiber)
- Zulauf zum RBF (ReboSA)
- Ablauf der RBFA (ReboSA)



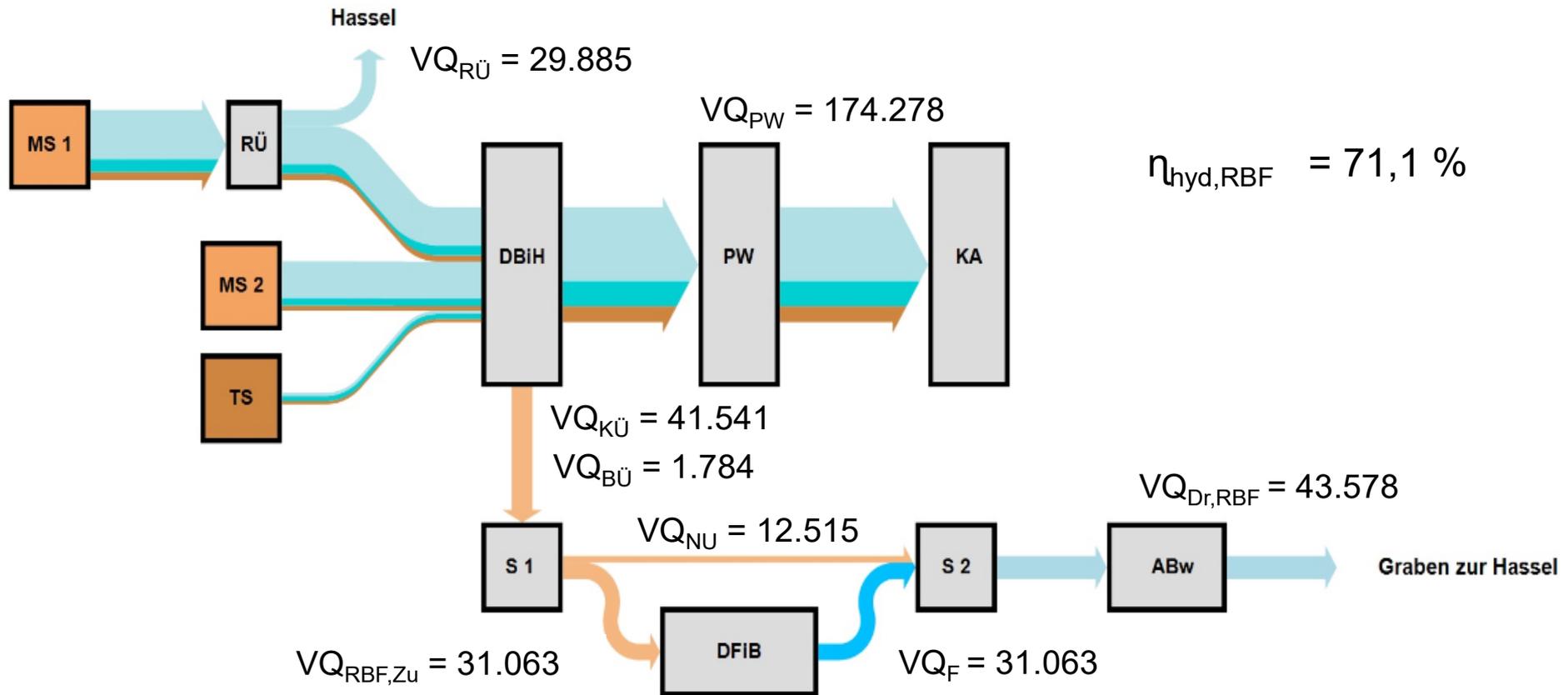
Bilanzierung aller Teilströme der Retentionsbodenfilteranlage

$$VQ_T, VQ_S, VQ_F, VQ_{R,Tr}, VQ_R$$



Sonderuntersuchung ReboSA

Bilanzierung des Entwässerungssystems – Hydraulische Bilanz



$$\eta_{\text{hyd,RBF}} = 71,1 \%$$

Angaben in m^3/a

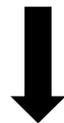


Sonderuntersuchung ReboSA

Bilanzierung des Entwässerungssystems – Stoffliche Bilanz

Grundlage gemessene mittlere Konzentrationen (ReboSA) am:

- Ablauf des Pumpwerkes Stiege zur KA Rübeland
- Zulauf zum RBF
- Ablauf der RBFA



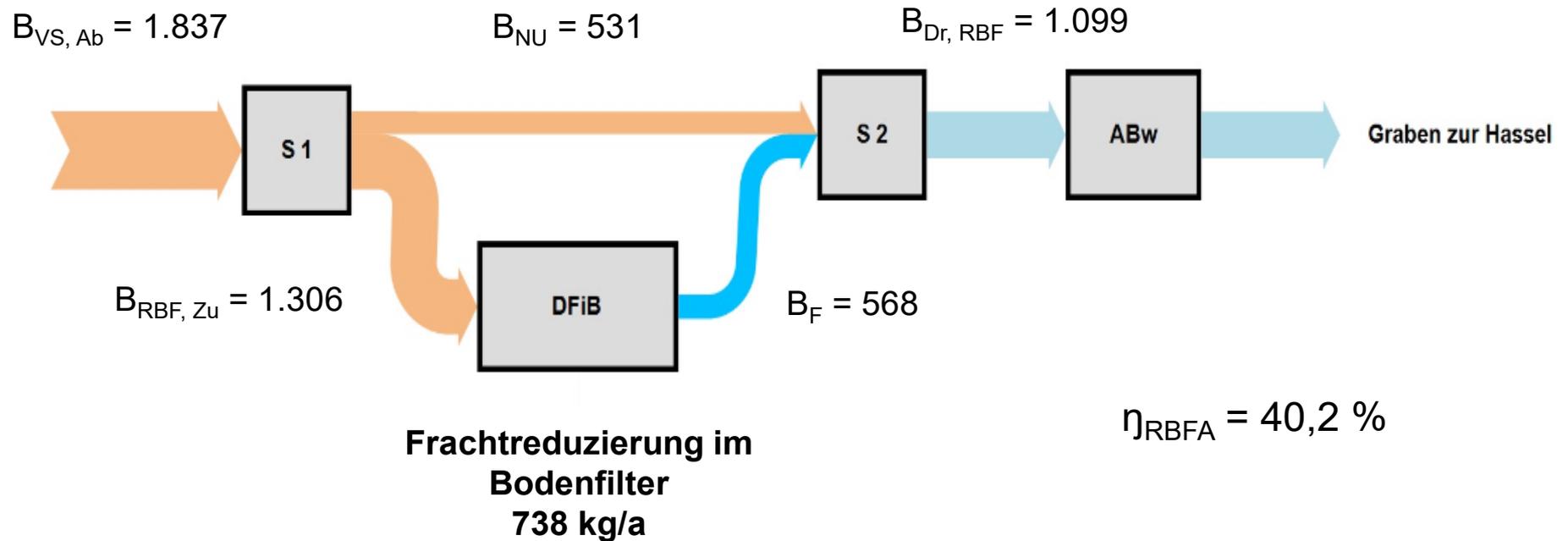
Ergebnisse hydraulische Bilanz

Ableitung mittlerer Jahresfrachten für ausgewählte Parameter



Sonderuntersuchung ReboSA

Bilanzierung des Entwässerungssystems – Stoffliche Bilanz CSB

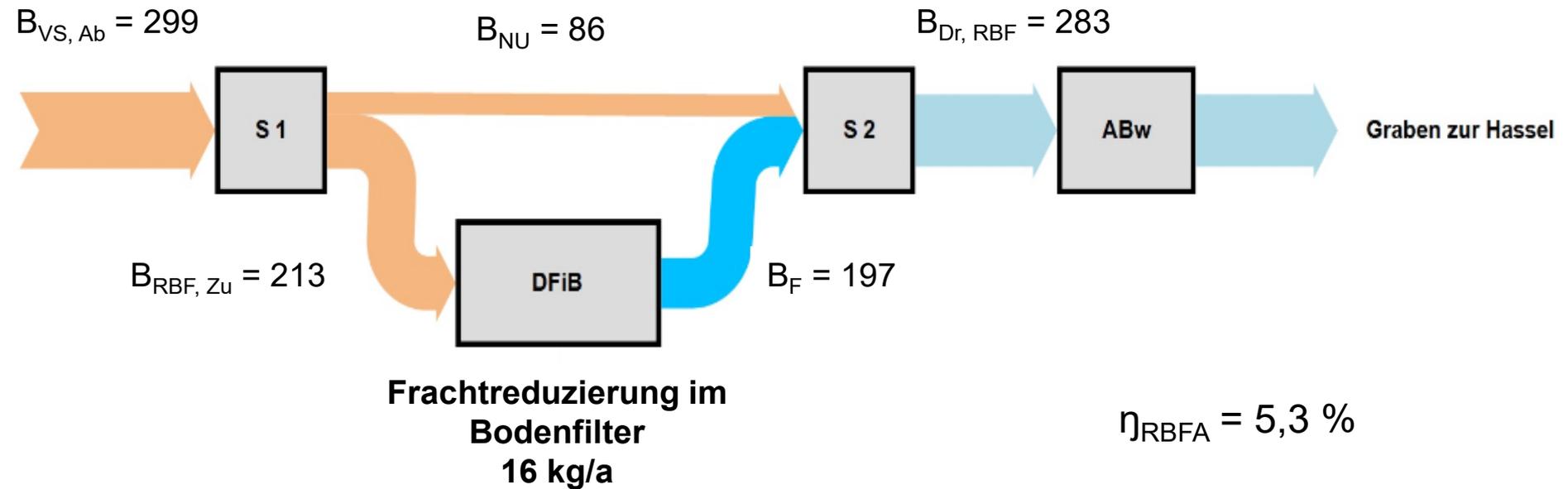


Angaben in kg/a



Sonderuntersuchung ReboSA

Bilanzierung des Entwässerungssystems – Stoffliche Bilanz TNb



Angaben in kg/a



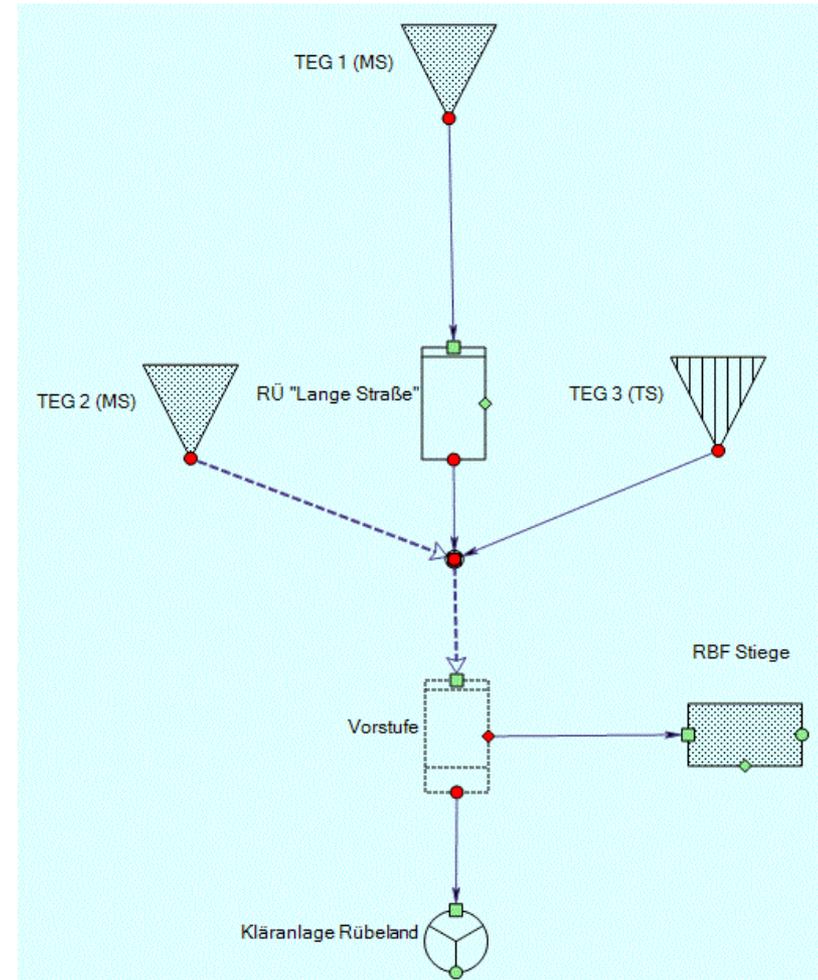
Sonderuntersuchung ReboSA

Schmutzfrachtsimulation mit KOSIM

- DWA-A 178: Nachweis von RBFA mit Langzeitsimulation
- Nachweis der Einhaltung einer zulässigen mittleren spezifischen Bodenfilteroberflächenbelastung

- Mehrere Simulationsgänge

Grundvariante: Kalibrierung des Modell-Projektes auf Grundlage der hydraulischen und stofflichen Bilanz





Sonderuntersuchung ReboSA

Schmutzfrachtsimulation mit KOSIM

Parameter	Ergebnis	
	Messwerte (Bilanz)	Simulation
VQ_T (m ³ /a)	78.310	78.375
VQ_R (m ³ /a)	163.038	162.944
VQ_M (m ³ /a)	247.488	246.994
VQ_{PW} (m ³ /a)	174.278	167.347
$VQ_{VS, Zu}$ (m ³ /a)	217.603	217.108
$VQ_{VS, Ab}$ (m ³ /a)	43.325	49.761
e_{VS} (%)	32,5	37,4
e_0 (%)	44,9	48,9



Sonderuntersuchung ReboSA

Schmutzfrachtsimulation mit KOSIM

Parameter		Ergebnis (kg/a)	
		Messwerte (Bilanz)	Simulation
CSB	B_{PW}	33.949	34.229
	$B_{VS, Ab}$	1.837	1.844
AFS ₆₃	B_{PW}	9.237	9.881
	$B_{VS, Ab}$	1.421	1.453
TN _b	B_{PW}	5.246	4.432
	$B_{VS, Ab}$	299	300
P _{ges}	B_{PW}	593	594
	$B_{VS, Ab}$	23	23



Sonderuntersuchung ReboSA

Fachliche Bewertung des Retentionsbodenfilters Stiege

- keine ausreichende Reinigungsleistung (DWA-A 178)
- aktuelle Anlagenkonfiguration (Notumlauf) reduziert Reinigungsleistung
- Speicher- und Rückhaltefunktion nicht wirksam
 - Messung zur Ermittlung der Durchlässigkeit der Filterschicht durch LAU mit Doppelring-Infiltrrometer
- Rückstau aus dem Vorfluter (konstruktionsbedingt)



Sonderuntersuchung ReboSA

Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung

- Bemessung nach den Ansätzen im DWA-A 178 (Mischsystem)
- Maßgebendes Bemessungskriterium ist Bodenfilteroberflächenbelastung b_F mit abfiltrierbaren Stoffen im Korngrößenbereich zwischen 0,45 und 63 μm (AFS_{63})

$$4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \leq b_F \leq b_{\text{krit}} = 7 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

und das Erreichen des Behandlungszieles

$$\text{CSB-Frachtemission} \leq 150 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$$

$$\text{AFS}_{63}\text{-Frachtemission} \leq 168 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$$



Sonderuntersuchung ReboSA

Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung

Bemessungsschritte:

- 1) Vorbemessung der Bodenfilteroberfläche A_F unter Zugrundelegung der AFS₆₃-Zulauffracht zum RBF
- 2) Berechnung des Drosselabflusses $Q_{Dr, RBF}$

Reinigungsziel /Parameter	Drosselabflusspende
AFS ₆₃ , CSB, BSB, Schwermetalle, P	$q_{Dr, RBF} = 0,03 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$
Nitrifikation (NH ₄ -N)	$q_{Dr, RBF} = 0,02 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$
Keimreduzierung	$q_{Dr, RBF} = 0,01 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

MKULNV: Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, 2015



Sonderuntersuchung ReboSA

Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung

- 3) Wahl der nutzbaren Einstauhöhe h_{RR}
(zwischen 0,3 und 2 m)
- 4) Berechnung des nutzbaren Volumens V_{RBF}
- 5) Nachweis mit Langzeitsimulation

Parameter	η_F	$\eta_{FÜ}$
AFS_{63}	0,95	0,50
CSB	0,85	0,20
TN_b	0,80	0
P_{ges}	0,80	0,2



Sonderuntersuchung ReboSA

Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung

Bemessungsgang	1	2	3	4	5
A_F (m ²)	150	200	200	440	251
Q_{Dr} (l/s) ¹⁾	7,5	10	10	22	12,5
h_{RR} (m)	1	1	0,3	1	1
V_{RBF} (m ³)	240	307	167	615	374
$\eta_{RBF,hyd}$	0,30	0,37	0,28	0,64	0,43
b_F (kg/(m ² *a))	6,14	4,86	4,57	2,61	4,04
$B_{RBF,AFS63}$ (kg/(ha*a)) ²⁾	64	58	65	38	53
$B_{RBF,CSB}$ (kg/(ha*a)) ²⁾	135	124	137	86	115

1) unter Annahme einer (konstanten) Drosselleistung von 0,05 l/(s*m²)

2) bezogen auf eine angeschlossene, befestigte Fläche von 8,3 ha

Ziel → CSB-Frachtemission ≤ 150 kg/(ha*a)
AFS₆₃-Frachtemission ≤ 168 kg/(ha*a)



Sonderuntersuchung ReboSA

Vorschlag für eine Sanierungsempfehlung

Parameter		Retentionsbodenfilter vorhanden	Bemessungsgang 2	Bemessungsgang 5
Ablauffracht RBFA in kg/a	CSB	1.098	1.031	955
	AFS ₆₃	1.630	485	443
	TN _b	283	210	195
	P _{ges}	22,2	14	13
Spezifische Ablauffracht RBFA bezogen auf 8,3 ha in kg/(ha*a)	CSB	132	124	115
	AFS ₆₃	196	58	53
	TN _b	34,1	25	24
	P _{ges}	2,67	1,74	1,62



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit