neutral
unabhängig
gemeinnützig

IKT – Institut für
Unterirdische Infrastruktur

PRÜFBERICHT

Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Niederschlagswasserbehandlungsanlage ViaDrop

Auftraggeber:	**Mall GmbH** Hüfinger Straße 39-45, 78166 Donaueschingen
Bearbeitung:	**IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH** Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen
Prüfbericht Nr.:	**D00934**
Datum:	**10. November 2015**

ANSPRECHPARTNER AUFTRAGGEBER:

Herr Dipl.-Ing. Martin Lienhard Tel.: 0771 8005-162

ANSPRECHPARTNER BEARBEITUNG:

Herr Marcel Goerke, M.Sc. Tel.: 0209 17806-34

Dieses Dokument besteht aus 12 Seiten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Der Prüfbericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH vervielfältigt werden.

Marcel Goerke, M.Sc.
Prüfstelle für Durchflussmessung

Dipl.-Ing. (FH) Frank Bersuck
Prüfstelle für Durchflussmessung

Inhaltsverzeichnis

1 Beschreibung der untersuchten Anlage 3
2 Prüfregenspenden, Durchlaufzeiten und hydraulische Leistungsfähigkeiten 5
2.1 Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit 5
3 Ermittlung des Rückhalts von Feststoffen 6
3.1 Ermittlung des Rückhalts feinkörniger, mineralischer AFS (Parameter 1) 6
3.2 Ermittlung des Rückhalts von groben Feststoffen 8
4 Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen 11
5 Literatur 12

1 Beschreibung der untersuchten Anlage

Bei der untersuchten Anlage handelt es sich um eine Sedimentationsanlage der Mall GmbH, Typ: ViaDrop zur dezentralen Behandlung von Niederschlagswasser.

Abb. 1: Die aufgebaute Sedimentationsanlage Mall ViaDrop (3) im Versuchsstand der Mall GmbH mit der Zudosierung des Wassers (1), der Prüfmedienzudosierung (2) und Probenahmestelle (4).

Laut Herstellerangaben kann an der Anlage eine Fläche bis zu 5.000 m² angeschlossen werden. Die Sedimentationsanlage besteht aus einem Betonschacht mit einem Volumen von 7,8 m³.

Die Anlage wurde bei dem Auftraggeber in der Versuchshalle in Donaueschingen geprüft. In Tabelle 1 sind die durchgeführten Prüfungen dargestellt. Die Durchflussmengen wurden durch das IKT kalibriert. Die Messwerterfassung erfolgte über die ganze Prüfdauer mit IKT-Messtechnik. Die Zudosierung der Prüfparameter erfolgte durch Technik und Personal des IKTs, sodass die Qualitätsanforderungen der IKT-Prüfstelle für dezentrale Niederschlagswasserbehandlung eingehalten wurden.

Tabelle 1: Durchgeführte Prüfungen an der Sedimentationsanlage.

Durchgeführte Prüfungen	
Hydraulische Leistungsfähigkeit	X
AFS mineralisch, feinkörnig	X
AFS mineralisch, grobkörnig	X
Schwimm-und Schwebstoffe	X

2 Prüfregenspenden, Durchlaufzeiten und hydraulische Leistungsfähigkeiten

Die Prüfungen der hydraulischen Leistungsfähigkeiten erfolgten mit unterschiedlichen Zuflussmengen.

Die Zuflussmengen [l/s] werden unter Einbeziehung der mit dem Hersteller abgestimmten angeschlossenen Fläche von 5.000 m² bei Prüfregenspenden von 2,5 l/(s*ha), 6,0 l/(s*ha), 25 l/(s*ha) bzw. 100 l/(s*ha) berechnet (vgl. [2]).

Tabelle 2: Prüfregenspenden und Volumenströme bei einer angeschlossenen Fläche von 5.000 m².

Teilprüfung [Nr.]	Regenintensität [l/s*ha]	Volumenstrom*1 [l/s]
1	2,5	1,25
2	6,0	3,00
3	25	12,5
4	100,0	50,0

2.1 Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

Die durch den Auftraggeber angegebene hydraulische Leistungsfähigkeit in Höhe von 75 l/s wurde überprüft. Bei der Überprüfung der Niederschlagswasserbehandlungsanlage wurde die Zulaufmenge über 75 l/s gesteigert. Im Prüfzeitraum konnte kein Versagen festgestellt werden.

3 Ermittlung des Rückhalts von Feststoffen

Im Anschluss an die Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit wurde im nächsten Schritt der Rückhalt von Feststoffen ermittelt.

Es wurde in Hinblick auf das 4-Parameter-Modell in zwei Schritten der Rückhalt der drei Feststoffgruppen geprüft. Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurde der Rückhalt von folgenden Feststoffgruppen ermittelt:

- ⇨ Parameter 1: Feinkörnige, mineralische AFS (Millisil W4) (vgl. [2])
- ⇨ Parameter 2: Grobkörnige, mineralische, abfiltrierbare Stoffe (AFS, Kies-Sand-Gemisch mit einer Korngrößenverteilung zwischen 0,1 mm und 4,0 mm). (vgl. [1])
- ⇨ Parameter 3: Grobkörnige Schwimmstoffe als Granulat aus PE (Polyethylen), schwimmend mit einer Dichte von ρ = 0,95 g/cm³. (vgl. [1])
- ⇨ Parameter 4: Grobkörnige Schwebstoffe als Granulat aus PS (Polystyrol), absinkend mit einer Dichte von ρ = 1,05 g/cm. (vgl. [1])

3.1 Ermittlung des Rückhalts feinkörniger, mineralischer AFS (Parameter 1)

In Anlehnung an die Zulassungsgrundsätze für „Niederschlagswasserbehandlungsanlagen“ (Januar 2015) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) [2] wurde der Rückhalt von feinkörnigen, mineralischen, abfiltrierbaren Stoffe (AFS) durch die Aufbringung eines Quarzmehls (MILLISIL W4) der Quarzwerke GmbH mit einer Jahresfracht in Höhe von 50 g/m² angeschlossener Fläche ermittelt. Die AFS wurden dem Beschickungsvolumenstrom in drei Teilprüfungen im Verhältnis 3:2:1 mittels eines Schneckendosierers zugegeben (vgl. Tabelle 3) und decken einen Korngrößenbereich von 0 bis 200 µm ab. Im Rahmen eines vierten Teilversuchs wurde untersucht, inwieweit die zurückgehaltenen feinkörnigen mineralischen AFS bei einem stärkeren Regenereignis in Höhe von 100 l/s*ha ausgespült werden.

Tabelle 3: **Versuchsparameter zur Ermittlung des Rückhaltes feinkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe (AFS) bei einer Anschlussfläche von 5.000 m².**

Teilprüfung	Regenintensität	Volumenstrom	Quarzmehl		Prüfdauer	Proben
[Nr.]	[l/s*ha]	[l/s] *1	[kg]	[g/l]	[min]	[Anzahl]
1	2,5	1,25	125,00	3,47	480	10
2	6,0	3,00	83,33	2,31	200	10
3	25,0	12,5	41,67	1,16	48	10
4	100,0	50,0	0,00	0,00	15	15
		Summe:	250,00		743	45

*1 berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (5.000 m²) mit der jeweiligen Prüfregenspende]

In den Teilprüfungen 1-3 wurden nach der jeweiligen Vorlaufzeit 5-mal in gleichen Abständen über die Prüfzeit verteilt Proben entnommen. Alle Proben wurden nach der Versuchsdurchführung mittels Unterdruck-Membranfiltration analysiert. Eingesetzt wurden Filter mit einer Maschenweite von 0,45 µm mit einem Durchmesser von 90 mm.

Ergebnisse: Rückhalt feinkörniges, mineralisches AFS

Die Beurteilung des Rückhalts erfolgte durch den Vergleich zwischen der zugegebenen Konzentration im Zulauf (Zugabekonzentration) und der im Ablauf ermittelten Konzentration (Auslaufkonzentration) an AFS. Zur Ermittlung der Auslaufkonzentration wurde die in den Zulassungsgrundsätzen [2] angegebene Formel (vgl. Formel 1) zur Berechnung herangezogen. Dazu wird das während der Teilprüfungen 1 bis 3 tatsächlich eingestellte Beschickungsvolumen ($V_{Pr,n}$) mit der gemittelten Ablaufkonzentration (C_n) multipliziert. Der Ausspülversuch (Teilprüfung 4) wird in dieser Berechnungsform mit einem Faktor von 0,5 berücksichtigt. Die jeweils ermittelten Frachten (B_{1-4}) der Teilprüfungen werden anschließend zu einer Gesamtfracht B_{ges} aufsummiert.

Formel 1: Ermittlung der Ablauffracht gem. DIBt, 2015 [2].

$$B_{ges} = V_{Pr,1} \cdot C_1 + V_{Pr,2} \cdot C_2 + V_{Pr,3} \cdot C_3 + 0{,}5 \cdot (V_{Pr,4} \cdot C_4)$$

Darin bedeuten:

B_{ges} *Gemittelte Ablauffracht gesamt [mg]*

$V_{Pr,n}$ *Beschickungsvolumen der Teilprüfung [l]*

C_n *Gemittelte Ablaufkonzentration der Teilprüfung [mg/l]*

Die während der Versuchsdurchführung eingestellten und aufgezeichneten Daten sowie die Ergebnisse der Teilprüfungen sind zusammenfassend in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Versuchsparameter und Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes feinkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe.

Teilprüfung		1*1	2*2	3*2	4*3
Tatsächlicher Volumenstrom	[l/s]	1,20	2,90	11,57	47,68
Tatsächliche Versuchdauer	[min]	480	200	48	15
Volumen	[l]	34.615	34.734	33.296	42.867
Zulaufkonzentration i. M. C_E	*[g/l]*	*3,641*	*2,411*	*1,169*	*0,00*
Ablaufkonzentration i. M. C_A	*[g/l]*	*0,456*	*0,589*	*0,686*	*0,11*
Rückhalt jeder Teilprüfung i. M.	*[%]*	*87,48*	*75,58*	*41,30*	-
Rückhalt der Gesamtanlage gem. Formel DIBt	*[%]*		*75,34 *4*		

*1 10 Proben
*2 10 Proben
*3 15 Proben
*4 basiert auf ungerundeten Werten

3.2 Ermittlung des Rückhalts von groben Feststoffen

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde der Rückhaltegrad von grobkörnigen, mineralischen AFS (Kies-Sand-Gemisch) zusammen mit dem Rückhaltegrad von grobkörnigen Schweb- und Schwimmstoffen (Granulate) ermittelt.

Ermittlung des Rückhaltes grobkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe (Parameter 2)

Für die Ermittlung wurde dem Beschickungsvolumenstrom ein Gemisch aus Quarzsand und Quarzkies zugegeben. Mit einer angenommenen Jahresfracht an grobkörnigem, mineralischem AFS von 50 g/m² und einer angeschlossenen Fläche von 5.000 m² ergibt dies eine aufzubringende Menge von 250,0 kg. Das Kies-Sand-Gemisch deckt den Korngrößenbereich von 0,1 bis 4,0 mm ab. Zur Bestimmung der im Auslauf der Anlage ausgespülten Masse an groben, mineralischen AFS wurde der gesamte Volumenstrom über einen Siebturm aus drei Einzelsieben (0,71 mm, 0,30 mm, 0,09 mm Maschenweite) geleitet. Die Beurteilung erfolgte über einen Ver-

gleich der zugegebenen Gesamtmasse zu der ausgespülten Masse an Grobstoffen im Auslauf. Vor dem Hintergrund, dass grobkörnige mineralische Stoffe im Rohr als Geschiebe transportiert werden und lediglich bei starken Regenereignissen von den verschmutzten Verkehrsflächen mobilisiert werden, wurde der Rückhalt des Parameters 2 mit den beiden Beregnungsintensitäten 25 l/s*ha (Teilprüfung 3) und 100 l/s*ha (Teilprüfung 4) durchgeführt (vgl. [1]). In der Teilprüfung 3 wurde die Verschmutzung diskontinuierlich zugegeben und mit der Teilprüfung 4 die Remobilisierbarkeit der zugegebenen Sand-Kies-Mischung überprüft.

Tabelle 5: Parameter der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes grobkörniger, mineralischer Stoffe (Kies und Sand).

Teilprüfung [Nr.]	Regenintensität [l/s*ha]	Volumenstrom [l/s] *1	Quarzkies und -sand [kg]	Prüfdauer [min]
3	25,0	5,00	250,0	48
4	100	20,00	0,0	15

*1 berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (5000 m²) mit der jeweiligen Prüfregenspende

Während der Versuchsdurchführung der Teilprüfungen 3 und 4 wurden keine grobkörnigen, mineralischen Stoffen (Kies und Sand) ausgespült (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes grobkörniger, mineralischer Stoffe (Kies und Sand).

Teilprüfung	3	4
Zugabemenge Kies und Sand [kg]	250,00	0,0
Ausgespülte Menge [kg]	0,0	0,0
Gesamtrückhalt [%]	> 99	

Ermittlung des Rückhaltes von grobkörnigen Schweb- und Schwimmstoffen (Parameter 3 und 4)

Im zweiten Schritt wurde der Rückhaltegrad von Schweb- und Schwimmstoffen durch die Zugabe von Kunststoffgranulaten unterschiedlicher Dichte ermittelt. Eingesetzt wurde aufschwimmendes PE-Granulat mit einer Dichte von ρ = 0,95 g/cm³ und absinkendes PS-Granulat mit einer Dichte von ρ =1,05 g/cm³. Auch hier erfolgte die Probenahme durch Absiebung des gesamten Volumenstroms über Edelstahlsiebe (0,71 mm, 0,30 mm, 0,09 mm). Für die Beurteilung wurden die zugegebenen Gesamtmassen mit den jeweils ausgespülten Massen an Kunststoffgranulaten im Aus-

lauf verglichen. Wie den Ergebnissen in Tabelle 7 zu entnehmen ist, erfolgte der Austrag des Granulats nicht während des Eintrages (hier lag der Rückhalt bei 99,41%) sondern im Ausspülversuch. Durch den gemittelten Rückhalt über beide Teilprüfungen ergeben sich die dargestellten Werte aus Tabelle 7.

Tabelle 7: Parameter der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes von Schweb- und Schwimmstoffen.

	Parameter 3 (PE)		Parameter 4 (PS)	
Teilprüfung	**3**	**4**	**3**	**4**
Regenintensität [l/s*ha]	25,0	100,00	25,0	100,00
Volumenstrom [l/s]	3,00	12,0	3,00	12,0
Zugabemenge [g]	3.000	0,00	3.300	0,00
Ausgespülte Menge [g]	*		*	
Rückhalt [%]	50 - 70*			

* Durch hydraulisches Versagen der Probenahmetechnik ist keine quantifizierte Aussage der Rückhaltegrade möglich. Durch optische in Augenscheinnahme ist ein Rückhalt von 50 – 70 % gegeben.

4 Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen

Anlagenbezeichnung:	ViaDrop
Hersteller:	Mall GmbH

Hydraulische Leistungsfähigkeit

Ergebnis:	Leistungsfähigkeit > 75 l/s

Stoffrückhalt bei einer angeschlossene Fläche von 5.000 m²

Feinkörnige, mineralische abfiltrierbare Stoffe (AFS)

Prüfparameter:	MILLISIL W4 Korngrößenbereich 0 µm bis 200 µm
Gesamtergebnis:	75,34 % Rückhalt

Grobkörnige, mineralische abfiltrierbare Stoffe (Kies und Sand)

Prüfparameter	Kies-Sand-Gemisch Korngrößenbereich 0,1 mm bis 4 mm
Gesamtergebnis:	> 99,00 % Rückhalt

Rückhalt von Schwimmstoffen aus Polyethylen

Prüfparameter	Polyethylen-Granulat ρ = 0,95 g/cm³
Gesamtergebnis:	optisch geschätzt: 50-70 %

Rückhalt von Schwebstoffen aus Polystyrol

Prüfparameter	Polystyrol-Granulat ρ = 1,05 g/cm³
Gesamtergebnis:	optisch geschätzt: 50-70 %

5 Literatur

[1] Werker, Henning; et al.: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in Trennsystemen - Umsetzung des Trennerlasses"; im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW, März 2011.

[2] Zulassungsgrundsätze für „Niederschlagswasserbehandlungsanlagen", Teil 1: Anlagen zum Anschluss von Kfz-Verkehrsflächen bis 2000 m² und Behandlung des Abwassers zur anschließenden Versickerung im Boden und Grundwasser, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Januar 2015.