



IKT – Institut für
Unterirdische Infrastruktur

PRÜFBERICHT

Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Lamellenklärer Agilex DN 2000, Typ LFA-R-18/1.200 gemäß Trennerlass NRW

Auftraggeber: FUCHS Dorsten GmbH
Barbarastraße 50, 46282 Dorsten

Bearbeitung: IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen

Prüfbericht Nr.: D00766

Datum: 13. Juni 2014

ANSPRECHPARTNER AUFTRAGGEBER:

Herr Andre Franke Tel.: 035 773 70 405

ANSPRECHPARTNER BEARBEITUNG:

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

Dieses Dokument besteht aus 11 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.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Christoph Bennerscheidt
stellv. Leiter der Prüfstelle für Durchflussmessung

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der untersuchten Anlage	3
2	Prüfregenspenden, Durchlaufzeiten und hydraulische Leistungsfähigkeiten	4
3	Ermittlung des Rückhalts von Feststoffen	5
3.1	Ermittlung des Rückhalts feinkörniger, mineralischer AFS (Parameter 1).....	6
3.2	Ermittlung des Rückhaltes grobkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe (Parameter 2).....	8
3.3	Ermittlung des Rückhaltes von grobkörnigen Schweb- und Schwimmstoffen (Parameter 3 und 4).....	9
4	Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen	10
5	Literatur.....	11

1 Beschreibung der untersuchten Anlage

Bei der untersuchten Anlage handelt es sich um einen Lamellenklärer in Schachtbauweise der Firma Fuchs Dorsten GmbH zur dezentralen Niederschlagswasserreinigung.



Abb. 1: Der aufgebaute Lamellenklärer Agilex DN 2000; Typ LFA-R-18/1.200 im IKT-Versuchsstand.

Laut Herstellerangaben kann an der Anlage eine Fläche bis 1.200 m² angeschlossen werden. Der Lamellenklärer besteht aus einem Betonschacht mit einem Volumen von 6,5 m³ und einer Trennwand. In dieser Trennwand befinden sich die Lamellenkörper. Die Entnahmestelle war am Auslauf des Schachtes angeordnet.

In Tabelle 1 sind die durchgeführten Prüfungen dargestellt.

Tabelle 1: Durchgeführte Prüfungen an dem Lamellenklärer.

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

2 Prüfredenspenden, Durchlaufzeiten und hydraulische Leistungsfähigkeiten

Die Prüfungen der hydraulischen Leistungsfähigkeiten erfolgten mit unterschiedlichen Zuflussmengen.

Die Zuflussmengen [l/s] werden unter Einbeziehung der vom Hersteller angegebenen angeschlossenen Fläche von 1.200 m² bei Prüfredenspenden 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: Prüfredenspenden und Volumenströme bei einer angeschlossenen Fläche von 1.200 m².

Teilprüfung [Nr.]	Regenintensität [l/s*ha]	Volumenstrom* ¹ [l/s]
1	2,5	0,30
2	6,0	0,72
3	25	3,00
4	100,0	12,0

Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

Die durch den Auftraggeber angegebene hydraulische Leistungsfähigkeit in Höhe von 18 l/s wurde überprüft. Bei der Überprüfung der Lamellenfilteranlage wurde die Regenspende bis zu 20 l/s gesteigert. Im Prüfzeitraum konnte kein Versagen festgestellt werden.

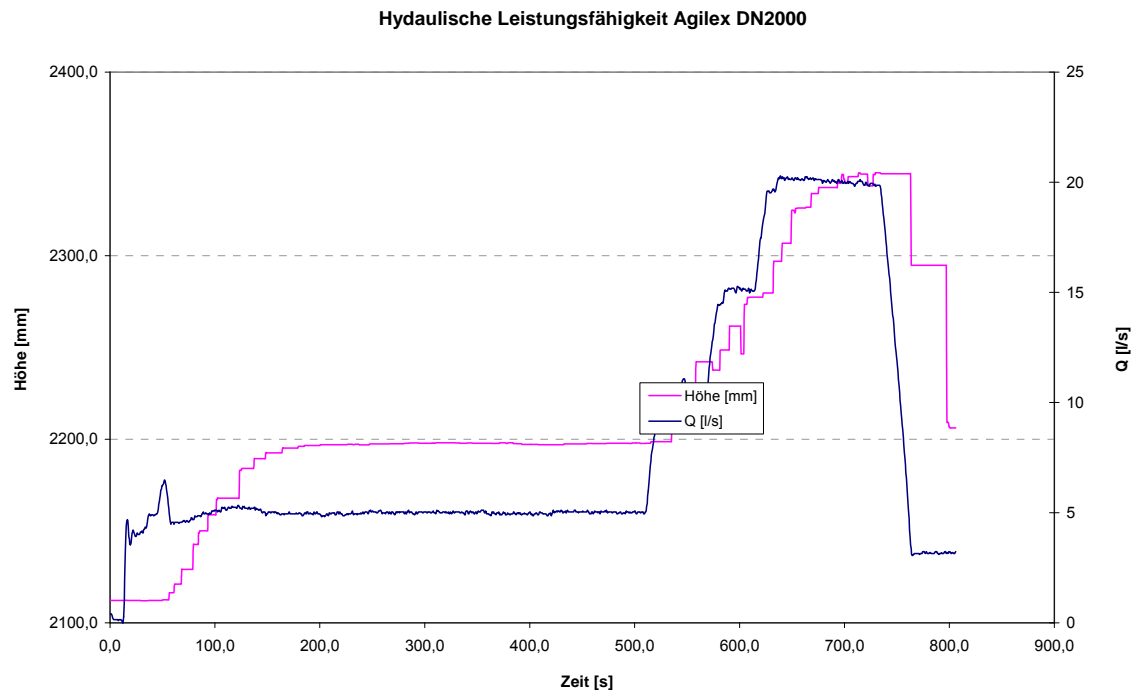


Abb. 2: Hydraulische Leistungsfähigkeit des Lamellenklärers

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: feinkörnigen, mineralischen 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 Schwimm- und Schwebstoffe als Granulat aus PE (Polyethylen), schwimmend mit einer Dichte von $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$. (vgl. [1])
- ⇒ Parameter 4: Grobkörnige Schwimm- und Schwebstoffe als Granulat aus PS (Polystyrol), absinkend mit einer Dichte von $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$. (vgl. [1])

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

In Anlehnung an die Zulassungsgrundsätze für „Niederschlagswasserbehandlungsanlagen“ (Februar 2011) 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 Banddosierers 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 Regenergebnis in Höhe von 100 l/s*ha ausgespült werden.

Tabelle 3: Versuchsp Parameter zur Ermittlung des Rückhaltes feinkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe (AFS).

Teilprüfung [Nr.]	Regenintensität [l/s*ha]	Volumenstrom [l/s] *1 *2	Quarzmehl		Prüfdauer [min]	Proben [Anzahl]
			[kg] *2	[g/l]		
1	2,5	0,50	30,00	3,47	480	10
2	6,0	1,20	20,00	2,31	200	10
3	25,0	3,00	10,00	1,16	48	10
4	100,0	12,00	0,00	0,00	15	15
<u>Summe:</u>			<u>60,00</u>		<u>743</u>	<u>45</u>
*1 berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (2.000 m ²) mit der jeweiligen Prüfredenspende						
*2 einzuhalten mit einer maximalen Abweichung von ± 5 % [2]						

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 Frach-

ten (B_{1-4}) der Teilprüfungen werden anschließend zu einer Gesamtfracht B_{ges} aufsummiert.

Formel 1: Ermittlung der Ablauffracht gem. DIBt, 2011 [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: Versuchsparemeter und Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes feinkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe an der Entnahmestelle 2.

Teilprüfung		1* ¹	2* ²	3* ²	4* ³
Tatsächlicher Volumenstrom	[l/s]	0,299	0,720	3,00	11,99
Tatsächliche Versuchdauer	[min]	480	200	48	15
Volumen	[l]	8.620	8.660	8.730	10.977
Zulaufkonzentration i. M. C_E	[g/l]	3,42	2,31	1,15	0,00
Ablaufkonzentration i. M. C_A	[g/l]	0,270	0,307	0,264	0,04
Rückhalt jeder Teilprüfung i. M. [%]		92,10	86,68	77,01	-
Rückhalt der Gesamtanlage gem. Formel DIBt	[%]	87,58 * ⁴			
* ¹	10 Proben				
* ²	10 Proben				
* ³	15 Proben				
* ⁴	basiert auf ungerundeten Werten				

Zulaufkonzentration: $C_{Ges, E} = 1,61 \text{ g/l}$

Ablaufkonzentration: $C_{Ges, A} = 0,20 \text{ g/l}$

Der rechnerische Durchgang ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen Ablaufkonzentration und Zulaufkonzentration [%] zu:

$$\text{Durchgang, Entnahmestelle} = \frac{0,20 \frac{\text{g}}{\text{l}}}{1,61 \frac{\text{g}}{\text{l}}} \times 100 = 12,42\%$$

Der Entnahmestelle ergibt sich somit zu $100 \% - 12,42 \% = 87,58 \%$

Ermittlung des Rückhalts von groben Feststoffen

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

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

Im ersten Schritt wurde der Rückhalt von mineralischen Grobpartikeln im Korngrößenbereich von 0,1 mm bis 4,0 mm (Kies-Sand-Gemisch) ermittelt. Mit einer angenommenen Jahresfracht an grobkörnigem, mineralischem AFS von 50 g/m² und einer angeschlossenen Fläche von 1.200 m² ergibt dies eine aufzubringende Menge von 60,0 kg. Für die Ermittlung wurde dem Beschickungsvolumenstrom ein Gemisch aus Quarzsand und Quarzkies zugegeben. Das 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 Vergleich 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 Berechnungsintensitäten 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	3,00	60,0	48
4	100	12,0	0,0	15

*¹ berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (250 m²) mit der jeweiligen Prüfreignispende

Während der Versuchsdurchführung der Teilprüfungen 3 und 4 wurden lediglich vernachlässigbar kleine Menge (< 10 g) an grobkörnigen, mineralischen Stoffen (Kies

und Sand) als Siebrückstand auf den Sieben festgestellt (vgl. Tabelle 6). Hieraus leitet sich ein Gesamtrückhalt von 100 % ab.

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

Teilprüfung	3	4
Zugabemenge Kies und Sand [kg]	60,00	0,0
Ausgespülte Menge [kg]	0,0	0,0
Gesamtrückhalt [%]	100	

3.3 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 $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$ und absinkendes PS-Granulat mit einer Dichte von $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$. Auch hier erfolgte die Probenahme durch Absiebung des gesamten Volumenstroms über Edelstahlsiebe (0,71 mm, 0,30 mm, 0,09 mm). Die Beurteilung erfolgte über einen Vergleich der zugegebenen Gesamtmasse zu den jeweils ausgespülten Massen an Kunststoffgranulaten im Auslauf. Wie den Ergebnissen in Tabelle 7 zu entnehmen ist, erfolgte der Austrag des Granulats nicht während des Eintrages (hier lag der Rückhalt bei 100%) 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.

Teilprüfung	Parameter 3 (PE)		Parameter 4 (PS)	
	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]	732	0,00	753	0,00
Ausgespülte Menge [g]	0,0	0,0	0,0	16,62
Rückhalt [%]	100,00		97,79	

4 Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen

Anlagenbezeichnung:	Lamellenklärer Typ LFA-R-18/1.200 (Agilex DN 2000)
Hersteller:	Fuchs Dorsten GmbH
<u>Hydraulische Leistungsfähigkeit</u>	
Ergebnis:	Leistungsfähigkeit von 18 l/s
<u>Stoffrückhalt bei einer angeschlossene Fläche: 1.200 m²</u>	
<i>Feinkörnige, mineralische abfiltrierbare Stoffe (AFS)</i>	
Prüfparameter:	MILLISIL W4 Korngrößenbereich 0 µm bis 200 µm
Gesamtergebnis:	87,58 % Rückhalt
<i>Grobkörnige, mineralische abfiltrierbare Stoffe (Kies und Sand)</i>	
Prüfparameter	Kies-Sand-Gemisch Korngrößenbereich 0,1 mm bis 4 mm
Gesamtergebnis:	100,00 % Rückhalt
<i>Rückhalt von Schwebstoffen aus Polyethylen</i>	
Prüfparameter	Polyethylen-Granulat $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$
Gesamtergebnis:	100,00 % Rückhalt
<i>Rückhalt von Schwebstoffen aus Polystyrol</i>	
Prüfparameter	Polystyrol-Granulat $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$
Gesamtergebnis:	97,79 % Rückhalt

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), Februar 2011.