

PRÜFBERICHT

Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Niederschlagswas- serbehandlungsanlage Hydroshark DN1500 gemäß Trennerlass NRW

Auftraggeber: 3P Technik Filtersysteme GmbH
Robert-Bosch-Str. 16-18, 73337 Bad Überkingen

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

Prüfbericht Nr.: 20200129-D01184-01

Datum: 13. Februar 2020

ANSPRECHPARTNER AUFTRAGGEBER:

Herr Nicolai Mangold, B.Eng. Tel.: 07334 92460-18

ANSPRECHPARTNER BEARBEITUNG:

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

Dieses Dokument besteht aus 13 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.

IKT – Institut für Unterirdische
Infrastruktur gGmbH
Staatl. anerkt. Prüfstelle
für Durchfluss-Messungen
Exterbruch 1; 45886 Gelsenkirchen

Marcel Goerke, M.Sc.

Leiter Prüfstelle für Durchflussmessung



Lukas Göbe

Prüftechniker

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 | Ermittlung des Rückhaltes von Mineralölkohlenwasserstoffen | 10 |
| 5 | Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen..... | 12 |
| 6 | Literatur | 13 |

1 Beschreibung der untersuchten Anlage

Bei der untersuchten Anlage handelt es sich um eine Sedimentationsanlage der 3P Technik Filtersysteme GmbH, Typ: Hydroshark DN1500 zur dezentralen Behandlung von Niederschlagswasser. Die Prüfung wurde laut Vorgaben des Auftraggebers mit einer Anschlussfläche von 4.000 m² durchgeführt. Die Anlage wird in Abb.1 gezeigt.



Abb. 1: Die aufgebaute Sedimentationsanlage Hydroshark DN1500 mit Zudosiereinheit und Probenahmestelle in der IKT-Laborhalle.

Das Wasser strömt während des Zuflusses tangential in der Mitte des hydrodynamischen Abscheiders ein (1). Feststoffe setzen sich nach unten ab, Schwimmstoffe verbleiben an der Wasseroberfläche (2). Die Feststoffe wiederum werden im Schlammfang gesammelt, der durch Strömungsbrecher und ein Gitterrost hydraulisch vom Behandlungsraum getrennt ist, so dass es zu keinen Rücklösungen kommt. Das Wasser steigt gleichmäßig an den Seitenwänden auf, wobei das gereinigte Wasser über ein Zackenwehr (3) in einen Ringraum strömt und dann zum Ablauf transportiert wird (4).



Abb. 2: Blick in den Hydroshark mit den einzelnen Komponenten: Zulauf (1), Absetzbereich (2), Zackenwehr (3) sowie Auslauf (4).

Die an der Anlage durchgeführten Versuche sind in Tabelle 1 zu sehen.

Tabelle 1: Durchgeführte Prüfungen an der Sedimentationsanlage.

| Durchgeführte Prüfungen | |
|---|---|
| Hydraulische Leistungsfähigkeit | X |
| AFS mineralisch, feinkörnig | X |
| AFS mineralisch, grobkörnig | X |
| Schwimm-und Schwebstoffe | X |
| Mineralölkohlenwasserstoffe (Heizöl EL) | X |

2 Prüfredenspenden, 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 4.000 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 4.000 m².

| Teilprüfung [Nr.] | Regenintensität [l/s*ha] | Volumenstrom [l/s] |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | 2,5 | 1,00 |
| 2 | 6,0 | 2,40 |
| 3 | 25 | 10,00 |
| 4 | 100,0 | 40,00 |

2.1 Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

Der Durchfluss konnte auf über 50 l/s gesteigert werden ohne ersichtliches Versagen der Anlage. Höhere Durchflüsse waren zum Tag der Prüfung am Versuchsstand nicht einstellbar. Laut Hersteller liegt die hydraulische Leistungsgrenze bei 98 l/s.

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 $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$. (vgl. [1])
- ⇒ Parameter 4: Grobkörnige 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“ (November 2017) 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/m^2 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 $200 \mu\text{m}$ ab. Im Rahmen eines vierten Teilversuchs wurde untersucht, inwieweit die zurückgehaltenen feinkörnigen mineralischen AFS bei einem stärkeren Regenereignis in Höhe von $100 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ ausgespült werden.

Tabelle 3: Versuchsparemeter zur Ermittlung des Rückhaltes feinkörniger, mineralischer, abfiltrierbarer Stoffe (AFS) bei einer Anschlussfläche von 4.000 m^2 .

| Teilprüfung [Nr.] | Regenintensität [l/s*ha] | Volumenstrom [l/s] *1 | Quarzmehl | | Prüfdauer [min] | Proben [Anzahl] |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| | | | [kg] | [g/l] | | |
| 1 | 2,5 | 1,00 | 100,00 | 3,47 | 480 | 10 |
| 2 | 6,0 | 2,40 | 66,67 | 2,31 | 200 | 10 |
| 3 | 25,0 | 10,00 | 33,33 | 1,16 | 48 | 10 |
| 4 | 100,0 | 40,00 | 0,00 | 0,00 | 15 | 15 |
| | | | <u>Summe</u> | <u>200,00</u> | | |

*1 berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (4.000 m^2) mit der jeweiligen Prüffregenspende]

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, 2017 [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 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|
| Tatsächlicher Volumenstrom | [l/s] | 1,00 | 2,400 | 10,00 | 40,00 |
| Tatsächliche Versuchsdauer | [min] | 480 | 200 | 48 | 15 |
| Volumen | [l] | 28 800 | 28 800 | 28 800 | 36 000 |
| Zulaufkonzentration i. M. C_E | [g/l] | 3,47 | 2,31 | 1,16 | 0,00 |
| Ablaufkonzentration i. M. C_A | [g/l] | 0,653 | 0,658 | 0,580 | 0,052 |
| Rückhalt jeder Teilprüfung i. M. | [%] | 81,2 | 71,6 | 49,9 | - |
| Rückhalt der Gesamtanlage gem. Formel DIBt | [%] | 72,55 | | | |

*1 Bei den ersten beiden Probenahmen kam es zu Auspüleeffekten der vorherigen Teilprüfung.

*2 basiert auf ungerundeten Werten

3.2 Ermittlung des Rückhaltes 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 4.000 m² ergibt dies eine aufzubringende Menge von 200,0 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 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 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 | 10,00 | 200,0 | 48 |
| 4 | 100 | 40,00 | 0,0 | 15 |

^{*1} berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (2.000 m²) mit der jeweiligen Prüfredenspende

Während der Versuchsdurchführung der Teilprüfungen 3 und 4 wurden keine grobkörnigen, mineralischen Stoffe (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] | 200,00 | 0,0 |
| Ausgespülte Menge [kg] | 0,050 | 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 $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$ 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). Für die Beurteilung wurden die zugegebenen Gesamtmassen mit den jeweils ausgespülten Massen an Kunststoffgranulaten im Auslauf verglichen. Der Austrag des Granulats erfolgte überwiegend während des Ausspülversuches mit 100 l/s*ha (Teilprüfung 4). 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] | 10,00 | 40,00 | 10,00 | 40,00 |
| Zugabemenge [g] | 2.400 | 0,00 | 2.640 | 0,00 |
| Ausgespülte Menge [g] | 236,46 | 669,78 | 113,72 | 535,50 |
| Rückhalt [%] | 62,24 | | 75,41 | |

4 Ermittlung des Rückhaltes von Mineralölkohlenwasserstoffen

Mit dieser Prüfung wird ermittelt, wie hoch die Menge der von der Anlage zurückgehaltenen Mineralölkohlenwasserstoffe ist. Die Prüfung erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die Zulassungsgrundsätze für „Niederschlagswasserbehandlungsanlagen Teil 1“ (November 2017) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) [2].

Beschreibung des Versuchs zur Ermittlung des Rückhaltes von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)

Zunächst wurde die Gesamtfracht an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) in Abhängigkeit der angegebenen maximalen Anschlussfläche ermittelt. Mit einer angenommenen Jahresfracht an Kohlenwasserstoffen von 0,68 g MKW/m² [2] und einer angeschlossenen Fläche von 4.000 m² ergibt dies eine aufzubringende Menge an MKW in Höhe von 2.720 g. Die Prüfung wurde unter Verwendung von Heizöl EL durchgeführt.

Tabelle 8: Parameter der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes von Mineralölkohlenwasserstoffen.

| Teilprüfung | Regenintensität | Soll-Volumenstrom | Soll-MKW | | Soll-Prüfdauer |
|-------------|-----------------|-------------------|--------------|-------------------|----------------|
| [Nr.] | [l/s*ha] | [l/s] *1 *2 | [g] *3 | in 5 min [g/l] | [min] |
| 1 | 2,5 | 1,00 | 907,0 | 3,02 | 200 |
| 2 | 6,0 | 2,40 | 907,0 | 1,26 | 80 |
| 3 | 25,0 | 10,00 | 907,0 | 0,30 | 20 |
| 4 | 100,0 | 40,00 | 0,000 | 0,0 | 15 |
| | | <u>Summe</u> | <u>2.720</u> | | <u>315</u> |

*1 berechnet aus Multiplikation der maximal anzuschließenden Fläche (4.000 m²) mit der jeweiligen Prüfregenspende

*2 einzuhalten mit einer maximalen Abweichung von ± 5 % [2]

*3 einzuhalten mit einer maximalen Abweichung von ± 2 % [2]

Die Gesamtmenge an MKW von 2.720 g wurde jeweils zu einem Drittel (Verhältnis 1:1:1) innerhalb der ersten fünf Minuten der drei Teilprüfungen TP 1 bis TP 3 zudosiert.

In Anlehnung an [2] wurden während der Teilprüfungen gleichmäßig über die Prüfzeit verteilt 10-mal zwei Teilproben à 75 ml mit einem Messzylinder aus Glas entnommen und zu jeweils zwei Mischproben zusammengefügt (Doppelbestimmung). Die Analyse der gewonnenen Proben erfolgte im Hygiene-Institut des Ruhrgebiets. Der Rückhalt der Gesamtanlage wurde analog zum Vorgehen zur Bestimmung des Rückhaltes von feinkörnigen, mineralischen, abfiltrierbaren Stoffen (AFS) unter Verwendung der Formel 1 errechnet.

Ergebnisse: Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)

Die während der Versuche eingestellten und aufgezeichneten Daten sowie die Gesamtergebnisse der Probenanalysen sind nachfolgend in Tabelle 9 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 9: Versuchparameter und Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes von Mineralölkohlenwasserstoffen an der Entnahmestelle 1

| Teilprüfung | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|
| Tatsächlicher Volumenstrom | [l/s] | 1,00 | 2,40 | 10,00 | 40,00 |
| Tatsächliche Versuchdauer | [min] | 200 | 80 | 20 | 15 |
| Volumen | [l] | 12.000 | 11.520 | 12.000 | 36.000 |
| Zugabekonzentration i. M. C_E [mg/l] | | 3,02 | 1,26 | 0,30 | 0,00 |
| Auslaufkonzentration i. M. C_A [mg/l] | | 5,40 | 8,20 | 39,50 | 15,30 |
| Rückhalt jeder Teilprüfung i. M. [%] | | 92,85 | 89,58 | 47,72 | - |
| Rückhalt der Gesamtanlage gem. Formel DIBt [%] | | | 66,59 | | |

5 Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchungen

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Anlagenbezeichnung: | Hydroshark DN1500 |
| Hersteller: | 3P Technik Filtersysteme GmbH |

Hydraulische Leistungsfähigkeit

Ergebnis: Leistungsfähigkeit > 50 l/s

Stoffrückhalt bei einer angeschlossene Fläche von 4.000 m²

Feinkörnige, mineralische abfiltrierbare Stoffe (AFS)

| | |
|-----------------|--|
| Prüfparameter: | MILLISIL W4 Korngrößenbereich 0 µm bis 200 µm |
| Gesamtergebnis: | 72,55 % 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 $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$ |
| Gesamtergebnis: | 62,24 % Rückhalt |

Rückhalt von Schwebstoffen aus Polystyrol

| | |
|-----------------|--|
| Prüfparameter | Polystyrol-Granulat $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$ |
| Gesamtergebnis: | 75,41 % Rückhalt |

Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)

| | |
|-----------------|--|
| Prüfparameter | Heizöl EL $\rho = \text{ca. } 0,84 \text{ g/cm}^3$ |
| Gesamtergebnis: | 66,59 % Rückhalt |

6 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 zur dezentralen Behandlung des Abwassers von Kfz-Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), November 2017.