

NACHWEIS DER VERGLEICHBARKEIT DES
SEDIMENTATIONSSCHACHTES HYDROSHARK
IN DEN BAUGRÖßEN DN 800, 1000, 1500, 2000, 2500 UND 3000
MIT REGENKLÄRBECKEN

ERLÄUTERUNGSBERICHT, 26.01.2021



im Auftrag der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH

Robert-Bosch-Str. 16 - 18

73337 Bad Überkingen

Dr.-Ing. Martina Dierschke



Ingenieurbüro für Siedlungswasserwirtschaft

Friedrichstr. 44, 67655 Kaiserslautern

www.ib-dierschke.de

Inhalt

1	Beschreibung der Anlage	2
2	Laborversuche.....	4
2.1	Hydraulische Leistungsfähigkeit	5
2.2	Feststoffe.....	6
2.2.1	AFS _{fein} -Rückhalt im Prüfstand der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH in Bad Überkingen [Dierkes, 2019]	6
2.2.2	AFS _{fein} -Rückhalt im Prüfstand des Instituts für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen [IKT, 2020]	8
2.3	Leichtstoffe und MKW	9
2.4	Gelöste Schwermetalle.....	9
3	In-situ-Untersuchungen	10
3.1	Einbau des 3P Hydrosharks	10
3.2	Beschreibung des Einbauortes.....	11
3.3	Regenauswertungen	13
3.4	Kontrollen	14
3.5	Ableitung der Kontroll- und Wartungsaufwendungen	17
4	Vergleichbarkeit mit dem Leistungsvermögen und Betrieb eines Regenklärbeckens.....	19
5	Zusammenfassung.....	21
6	Verwendete Literatur und Unterlagen.....	22
	<u>Anlage 1:</u> Einbauzeichnungen des Schachtes 3P Hydroshark in sechs Baugrößen	22
	<u>Anlage 2:</u> Prüfbericht über den mittels Laborversuch ermittelten Rückhalt abfiltrierbarer Stoffe (AFS) der Sedimentationsanlagen vom Typ 3P Hydroshark (HS 1,0 bis 2,5) [Dierkes, 2019]	29
	<u>Anlage 3:</u> Prüfbericht zur Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Niederschlagswasserbehandlungsanlage Hydroshark DN 1500 gemäß des Trennerlass NRW [IKT 2020]	46
	<u>Anlage 4:</u> Kontroll- und Wartungsprotokolle vom 19.7.2019 bis 12.11.2020	60

1 Beschreibung der Anlage

Der von der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH, Bad Überkingen entwickelte Sedimentationsschacht Hydroshark ist eine Behandlungsanlage zum Rückhalt von Feststoffen und Leichtflüssigkeiten aus Verkehrsflächenabflüssen, die im Dauerstau betrieben wird. Die Anlage ist in sechs Baugrößen vorhanden und konzipiert für Anschlussflächen von $A_U = 1.000 \text{ m}^2$ bis 18.000 m^2 .

Tabelle 1-1 fasst die Behandlungstypen, den Rückhalt sowie die maßgebliche Anschlussflächen zusammen.

Tabelle 1-1: Baugrößen des 3P Hydrosharks mit Anschlussflächen je nach Reinigungsziel

DN	Hydroshark					
	800	1000	1500	2000	2500	3000
						
Anschlussfläche [m ²]	1.000	2.000	4.000	8.000	12.000	18.000
Anschlussleitung DN	200	200	300	350	400	500
Q _{max} [l/s]	40	40	98	147	220	378
r _{max} [l/(s·ha)]	400	200	245	184	183	210
Rückhalt Millisil W4	≥ 70%					
Rückhalt Leichtstoffe	MKW: ca. 67 %; PE: ca. 62 %; PS: ca. 75 %					

Die maximale Durchflussleistung beträgt $Q = 40$ bis 378 l/s je nach Baugröße. Die mögliche Regenspende beträgt abhängig von der Anschlussfläche $183 - 400 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$.

Je nach Baugröße ist der aus PE 100 gefertigte Hydroshark in Betonfertigteilschächte von DN 800 bis zu DN 3000 eingebaut. In Bild 1-1 ist die Wirkungsweise des Hydrosharks dargestellt.

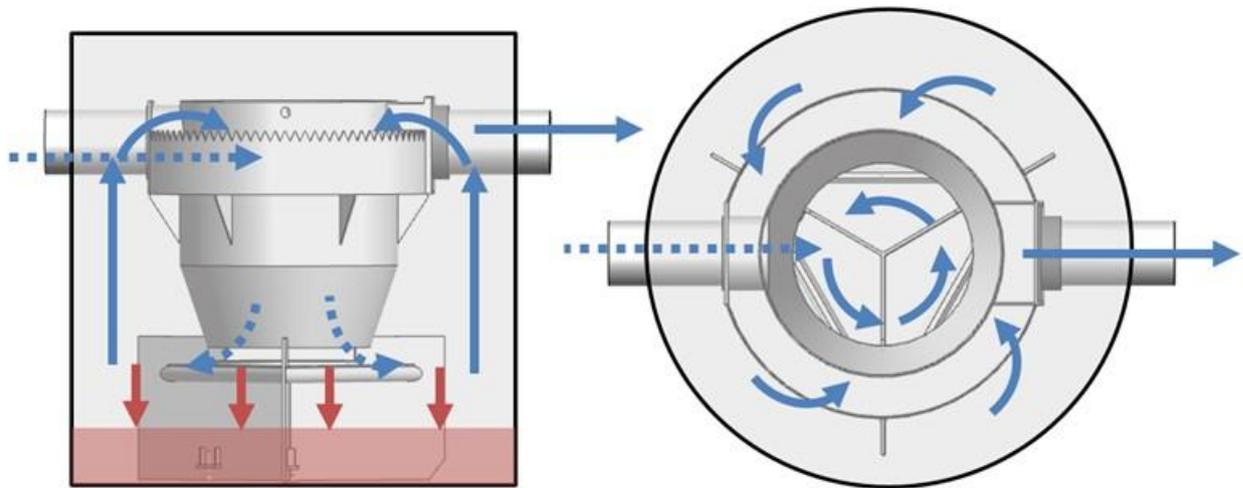


Bild 1-1: Wirkungsweise des 3P Hydrosharks [3P, 2020]

Das zu behandelnde Niederschlagswasser strömt durch das Zulaufrohr in einen sich nach unten verjüngendem Zylinder und wird darin durch den Abweiser in eine nach unten gerichtete tangentiale Strömung versetzt (siehe Bild 1-2, links).



Bild 1-2: Links: Strömungsabweiser im Zulaufbereich; Mitte: Strömungsbrecher unten; rechts: Zackenwehr des 3P Hydrosharks [3P, 2020]

Absetzbare Feststoffe werden so mit dem Wasser in eine rotierende Bewegung versetzt, die erst wieder mit dem Auftreffen auf die Strömungsbrecher (siehe Bild 1-2, Mitte) unterbunden wird. Durch die gerichtete Strömung wird das Absetzen von suspendierten Stoffen gefördert. Diese sammeln sich im unterhalb des Strömungsbrechers liegenden Schlammraum an und können von dort abgesaugt werden.

Das gereinigte Niederschlagswasser strömt laminar und gleichförmig über ein Zackenwehr (siehe Bild 1-2, rechts) in die Ablaufrinne und kann in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden.

Leichtstoffe wie MKW verbleiben innerhalb des Einlaufkörpers auf der Oberfläche des Wassers und können im Bedarfsfall gezielt abgesaugt werden.

Der Höhenverlust in den Anlagen ist klein, so dass das Zu- und Ablaufrohr auf gleicher Höhe angebracht sind.

In diesem Video kann die Wirkungsweise des Hydrosharks sowie der Schlammabpumpvorgang angeschaut werden:

https://www.youtube.com/watch?v=weo6jzPXgA8&feature=emb_rel_end

Der Rückhalt an feinen Feststoffen (Millisil W4 Partikelgröße bis 250 µm) wurde im Februar 2020 im Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen, an der Anlage DN 1500 gemäß der DIBt-Prüfvorschriften (DIBt, 2015) zu 72,6 % ermittelt (IKT, 2020).

Mit einem etwas gröberen Prüfmehl wurde der Rückhalt an feinen Feststoffen an den Anlagen 1000, 1500, 2000 und 2500 im Prüfstand der Firma 3P ermittelt (Dierkes, 2019). Diese Prüfung wurde verwendet, um über die Oberfläche der Anlagen und den hier ermittelten Rückhalt auf einen DIBt-konformen Rückhalt hochzurechnen.

2 Laborversuche

Die Laborversuche zur Feststellung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und zum AFSfein-Rückhalt wurden im April 2019 im Prüfstand der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH in Bad Überkingen durch den Gutachter Prof. Dr.-Ing. Dierkes durchgeführt. Die detaillierte Beschreibung ist in einem gesonderten Bericht enthalten und als Anlage 2 beigefügt [Dierkes, 2019].

Als Prüfstoff wurde das Quarzmehl Millisil W4 verwendet. Bei der Kontrolle der Korngrößenverteilung stellte sich jedoch heraus, dass das Prüfmehl etwas gröber als gemäß der Sollkorngrößenverteilung war, daher kann diese Prüfung nicht zur Bestimmung des Rückhaltes verwendet werden, jedoch zur Übertragung des Rückhaltes der DIBt-geprüften Baugröße auf die anderen Baugrößen dienen.

Darüber hinaus wurden Versuche zum AFSfein-Rückhalt (Millisil W4), zum Rückhalt von groben Feststoffen, Leichtstoffen sowie MKW in der vom DIBt benannten Prüfstelle „Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT), Gelsenkirchen“ an einer leicht veränderten Anlage Hydroshark DN 1500 für eine Anschlussfläche von 4.000 m² im Februar 2020 durchgeführt. Hier war der Strömungsrichter ungünstig verändert, so dass die AFSfein-Versuche zum Feststoffrückhalt an der nun beschriebenen und vermarkteten Anlage besser als die mit dem ungünstigen Strömungstrenner ermittelten

72,6 % sind. Die detaillierte Beschreibung und der Prüfbericht sind in der Anlage 3 enthalten [IKT, 2020].

2.1 Hydraulische Leistungsfähigkeit

Die während der Feststoffprüfung im April 2019 maximal zusammen mit Feuerwehropumpen realisierte Durchflussleistung betrug etwa 80 l/s. Somit konnte die maximale Durchflussleistung der Anlage Hydroshark DN 1000 mit $Q_{\max} = 40$ l/s tatsächlich gemessen werden, vgl. Tabelle 1-1.

Im Zuge einer Wirksamkeitsprüfung für den amerikanischen Markt wurde die Anlage Hydroshark DN 1500 im Teststand der Firma Axel Zangenberg GmbH & Co. KG in 79418 Schliengen am 24. und 25. November 2020 durch das IKT, Gelsenkirchen, geprüft. Hier konnte ein Durchfluss von $Q = 90$ l/s realisiert werden, vgl. Bild 2-1.



Bild 2-1: Spültest des Hydrosharks DN 1500 im Teststand der Firma Axel Zangenberg am 25. November 2020

Die hydraulische Leistungsfähigkeit der anderen Anlagen wurde berechnet über die mögliche Zulaufleistung des Zulaufrohrdurchmessers. Als hydraulischer Verlust in der Anlage wurde die Differenz der Wasserspiegellagen im Zu- und Ablauf in der Höhe von 2 cm aus der hydraulischen Prüfung der Anlage DN 1000 herangezogen.

Die maximal mögliche Regenspende wurde über den maximal möglichen Durchfluss und die vorgegebene Anschlussfläche berechnet.

2.2 Feststoffe

Der Feststoffversuch erfolgte gemäß den DIBt-Zulassungsgrundsätzen für Anlagen zur dezentralen Behandlung des Abwassers von Kfz-Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser [DIBt, 2015]. Der gleiche Feststoffversuch gilt als Grundlage zum Nachweis der Vergleichbarkeit dezentraler Anlagen der Kategorie II (bis 15.000 DTV) mit Regenklärbecken des Landes Nordrhein-Westfalen mit dem Ziel der Einleitung in ein Oberflächengewässer. Hier wird ein Mindestrückhalt an AFS_{fein} (Millisil W4) von mindestens 50% verlangt [LANUV NRW, 2012]; [MKULNV NRW, 2012]; [SEB, 2011].

2.2.1 AFS_{fein}-Rückhalt im Prüfstand der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH in Bad Überkingen [Dierkes, 2019]

Die Bestimmung des AFS_{fein}-Rückhaltes erfolgte im Prüfstand der Firma 3P Technik Filtersysteme GmbH in Bad Überkingen durch den Gutachter Prof. Dr.-Ing. Dierkes an den im Versuchsstand aufgebauten Originalanlagen Hydroshark DN 1000 bis DN 2500, vgl. Bild 2-2. Die Baugröße DN 3000 konnte nicht geprüft werden, da die Kapazitäten des Prüfstandes überschritten waren. Auch konnte bei der Baugrößen DN 2500 die vierte Prüfrengenspenden (Spülstoß) nicht bis zur vorgeschriebenen Höhe realisiert werden. Die Ergebnisse sind jedoch dazu geeignet, eine vergleichbare Wirksamkeit aller Baugrößen nachzuweisen und von den durch das IKT festgestellten Wirkungsgrad (vgl. Kap. 2.2.2) auf die anderen Baugrößen zu übertragen.



Bild 2-2: Aufbau des Hydrosharks DN 1000 für die Feststoffprüfung [Dierkes, 2019]

Als Prüfstoff für die AFS_{fein}-Prüfung wurde gemäß den DIBt-Prüfungsgrundsätzen das Quarzmehl Millisil W 4 der Firma Quarzwerke GmbH verwendet. Bei der Kontrolle der

Korngrößenverteilung stellte sich jedoch heraus, dass die Korngrößenverteilung des verwendeten Materials im Vergleich zur Soll-Korngrößenverteilung gemäß Tabelle 2-1 abwich (D50 = ca. 82 µm statt D50 ca. 63 µm, vgl. Bild 2-3). Die in Tabelle 2-2 dargestellten Ergebnisse sind somit etwas besser als mit dem Quarzmehl Millisil W4 zu erwarten wäre.

Tabelle 2-1: Korngrößenverteilung des Quarzmehls Millisil W 4 [Quarzwerkegruppe, 2009]

Korndurchmesser	Summe der Rückstände	Korndurchmesser	Summe der Rückstände
[µm]	[%]	[µm]	[%]
400	0,1	40	66
315	0,2	32	70
200	4	16	80
160	10	8	88
125	22	6	91
100	30	4	93
63	51	2	96



Bild 2-3: Korngrößenverteilung des verwendeten Millisils im Vergleich zur Soll-Korngrößenverteilung Millisil W4 gemäß den Angaben der Herstellerfirma Quarzwerkegruppe

Tabelle 2-2: Rückhalt an feinen Feststoffen (Millisil W4, D50 = 82 µm) des 3P Hydrosharks [Dierkes, 2019] *nicht alle Prüfrengenspenden bis zur vollen Höhe durchgeführt

DN	Hydroshark			
	1000	1500	2000	2500*
Anschlussfläche [m²]	2.000	4.000	8.000	12.000
Rückhalt Millisil [%] [Dierkes 2019]	83,6	86,9	85,1	86,1

Das Versuchssetup, die Durchführung sowie die Teilergebnisse der Einzelprüfungen sind im anhängenden Bericht detailliert dargestellt.

Die Auswertung erfolgte gemäß der Prüfvorschrift des DIBt. Aus den einzelnen Ablaufproben der jeweiligen Prüfrengenspenden wurden arithmetische Mittelwerte gebildet und diese in folgende Formel eingesetzt:

$$B_{\text{ges}} = V_{\text{Pr},1} * C_1 + V_{\text{Pr},2} * C_2 + V_{\text{Pr},3} * C_3 + 0,5 * [V_{\text{Pr},4} * C_4] \text{ in [g]}$$

2.2.2 AFS_{fein}-Rückhalt im Prüfstand des Instituts für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen [IKT, 2020]

Die Prüfung der Baugröße Hydroshark DN 1500 für eine Anschlussfläche von 4.000 m² wurde gemäß den DIBt-Vorschriften mit dem Quarzmehl Millisil W 4 im Februar 2020 im Prüfstand des IKT durchgeführt. Der vollständige Bericht ist als Anlage 3 beigefügt. In dieser Anlage war der Strömungsrichter ungünstig verändert worden, was letztendlich zu einer Verschlechterung des Rückhaltes führte. Der Strömungsrichter ist nun wieder in der ursprünglichen Form angebracht (vgl. Systemskizzen in der Anlage 1) und die Anlagen werden in Zukunft auch ausschließlich so vermarktet. Trotzdem soll der durch das IKT ermittelte Rückhalt von 72,6 % als worst case verwendet werden.

Tabelle 2-3: Versuchsparmeter und Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung des Rückhaltes an AFSfein (Millisil W4) [IKT, 2020]

Teilprüfung		1	2	3	4
Volumenstrom	l/s	1,0	2,4	10,0	40,0
Versuchsdauer	min	480	200	48	15
Volumen	l	28.800	28.800	28.800	36.000
Zulaufkonzentration i.M.	g/l	3,47	2,31	1,16	0,00
Ablaufkonzentration i.M.	g/l	0,653	0,658	0,580	0,052
Rückhalt jeder Teilprüfung	%	81,2	71,6	49,9	-
Gesamtrückhalt gemäß DIBt-Formel	%	72,55			

2.3 Leichtstoffe und MKW

Der Leichtstoffrückhalt an der Anlage Hydroshark wurde exemplarisch an der Baugröße DN 1500 im Prüfstand des IKT nach dem Vorschlag des LANUV [SEB, 2011] sowie der DIBt-Prüfung für MKW durchgeführt und zwar mit aufschwimmendem PE-Granulat ($\rho = 0,96 \text{ g/cm}^3$), mit PS-Granulat ($\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$) und mit Heizöl EL. Die detaillierten Versuchsergebnisse sind im Prüfbericht des IKT in der Anlage 3 aufgeführt.

Der Rückhalt an **Schwimmstoffen** (PE) betrug **62,24 %**

Der Rückhalt an **Schwebstoffen** (PS) betrug **75,41 %**

Der Rückhalt an **MKW** betrug **66,59 %**.

Es wird (ohne Nachweis) davon ausgegangen, dass der Rückhalt bei den anderen Baugrößen im ähnlichen Bereich liegt.

2.4 Gelöste Schwermetalle

Die Anlage 3P Hydroshark ist eine reine Sedimentationsanlage und hält keine gelösten Stoffe zurück.

3 In-situ-Untersuchungen

Die Dokumentation des Einbaus, des Einbauortes, die Durchführung und Dokumentation der Wartungen sowie die Herleitung von Wartungsintervallen wurden in Anlehnung an den Bericht zur Umsetzung des Trennerlasses [SEB Köln, 2011] durchgeführt.

3.1 Einbau des 3P Hydrosharks

Der 3P Hydroshark DN 1000 für eine Anschlussfläche von 2000 m² wurde am 16.07.2019 in einen monolithischen Standardfertigschacht DN 1000 mit der Schachthöhe H = 2 m im Zuge der Neugestaltung des Hofgeländes der Firma Hofelich Landtechnik GmbH, Marktstraße 9, in 89547 Gussenstadt eingebaut, vgl. Bild 3-1 und Bild 3-2.



Bild 3-1: Einbau des Hydrosharks DN 1000

Insgesamt vier Straßenabläufe werden in einer Leitung DN 200 zusammengefasst und zur Anlage geführt. Der gereinigte Ablauf aus der Anlage gelangt in eine nahe gelegene Versickerungsanlage.



Bild 3-2: An den Hydroshark angeschlossenes Hofgelände der Firma Hofelich Landtechnik GmbH in Gussenstadt

3.2 Beschreibung des Einbauortes

Die Firma HOFELICH-Landmaschinen vertreibt, repariert und wartet Maschinen für die Land -, Forst -, Garten - und Kommunaltechnik. Deren Hof ist somit häufig frequentiert durch größere Landmaschinen mit entsprechendem Schmutz und Abrieb. Die Hoffläche umfasst ca. 2.800 m², mit dem Abflussbeiwert der Pflaster von $\Psi = 0,75$ ergibt sich eine angeschlossene undurchlässige Fläche von $A_u = 2.100$ m². Das heißt, dass für die Insitu-Wartungsbeobachtung etwas mehr Fläche angeschossen wurde als für die Anlage vorgesehen ist.

Die Situation der Frequentierung des Geländes ist anhand einer älteren Luftbildaufnahme in Bild 3-3 dargestellt.



Bild 3-3: Luftbildaufnahme der alten Hoffläche vom 30.9.2018 mit regem Landmaschinenverkehr

In Tabelle 3-1 sind die Informationen über den Einbau des 3P Hydroshark DN 1000 zusammengefasst.

Tabelle 3-1: Informationsblatt Einbau 3P Hydroshark DN 1000

Informationsblatt Einbau 3P Hydroshark		
Anlage	Hersteller	3P Technik Filtersysteme GmbH Robert-Bosch-Str. 16 - 18 73337 Bad Überkingen
	Bezeichnung/Typ	Hydroshark DN 1000 für 2.000 m ²
	Typ Straßenablauf	Schacht
	Abmessungen (außen)	Durchmesser = 1 m, H = 2,2 m
erfüllte Anforderungen	Kategorie Trennerlass	II (Hof- und Verkehrsfläche in Gewerbegebiet mit geringem Kfz-Verkehr, kein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und keinen sonstigen Beeinträchtigungen der Niederschlagswasserqualität)
	Wasserschutzgebietszone	nein
	Morphologie	mittlere Geländeneigung gemäß DWA A 118 IG Gruppe I < 1%
Entwurfsplanung	Art der Baumaßnahme	Tiefbauarbeiten entsprechend eines Normschachtes DN 1000, H = 2 m, 1,5 m unter Kanalanschluss mit Zu- und Ablauf DN 200, in den der Hydroshark eingesetzt wird.
	Gerät	Für den Einbau sind typische Maschinen für Erd-, Pflaster- und Asphaltarbeiten notwendig.
	Dauer der Arbeiten	mit Baustelleneinrichtung ca. 1 – 2 d je System.
	Kreuzen von Versorgungsleitungen	Die im Bereich des Einbaus vorhandenen Leitungen müssen vor Beginn der Baumaßnahme bekannt sein, Leitungsabfrage erforderlich!
	Bemerkungen	Die Anschlüsse für Zu- und Ablauf liegen mindestens 0,4 m unter GOK.

3.3 Regenauswertungen

Das langjährige Mittel von 1981 bis 2010 der jährlichen Niederschlagssummen beträgt in der etwa 13 km vom Standort entfernte Messstation Gerstetten 909 mm¹.

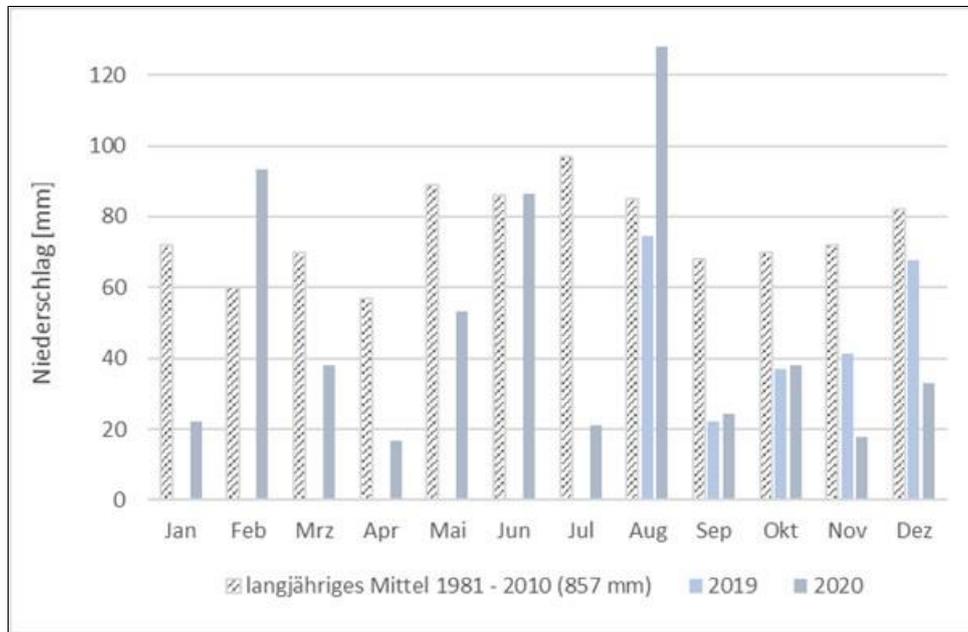


Bild 3-4: Langjähriges Monatsmittel der Niederschläge in Gerstetten sowie Niederschläge während der In-Situ-Untersuchungen

In den Jahren 2019 und 2020 war der Niederschlag, wie in vielen Gegenden in Deutschland, im Vergleich zum langjährigen Mittel gering. Der Jahresniederschlag von Juli 2019 bis Juni 2020 betrug nur 574 mm. Daher wurde der Zeitraum der Beobachtung bis in den Monat Dezember 2020 verlängert. Die einzelnen Monatsniederschläge reichten von 18 bis über 120 mm, so dass die Anlage im Untersuchungszeitraum mit einer üblichen Bandbreite an Niederschlägen beaufschlagt wurde und Wartungsmodalitäten aus der Felduntersuchung abgeleitet werden können.

1

https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder_8110_fest_html.html?view=nasPublication&nn=16102

3.4 Kontrollen

Der Schacht ist gut sichtbar im Werksgelände der Firma Hofelich eingebaut, so dass Sichtkontrollen problemlos durchgeführt werden können. Die Kontrollen wurden anfänglich zwei-, dann vierwöchentlich durchgeführt. Dabei wurde jeweils eine Sichtkontrolle durchgeführt sowie der Schlamm Spiegel mittels Schlammteller gemessen, vgl. Bild 3-5. Der Schlamm Spiegel stieg kontinuierlich um etwa 0,5 cm pro Monat, mit Ausnahme in den Monaten September/Oktober 2019, in denen ein Anstieg von etwa 1,5 cm zu verzeichnen war. Das Wartungsprotokoll ist als Anlage 4 beigefügt.



Bild 3-5: Schlammteller zur Messung der Schlammhöhe [Börder GmbH, 56743 Mendig]

Am 12.11.2020 wurde eine Wartung mit hydraulischer Prüfung und Entleerung des Schlamm Speichers mittels Saugpumpe durchgeführt (Bilder 3-6 bis 3-8). Aus einer Zisterne wurde Wasser entnommen und dem Schacht mittels Pumpe über einen Straßenablauf zugeführt ($Q = 6,5 \text{ l/s}$). Das Wasser passierte den Schacht problemlos (Bild 3-7, links). Der Wasserspiegel wurde gesenkt (Bild 3-6, rechts) und der Schlamm Spiegel mittels Zollstock gemessen (Bild 3-8, links). Der Schlamm Spiegel war auf mehr als 10 cm angestiegen. Der entnommene Schlamm ist im Bild 3-8, rechts, dargestellt. Die Wartung wurde per Handykamera gefilmt und dokumentiert. Die Filme wurden mit diesem Bericht an das LANUV, Frau Speicher, übermittelt.



Bild 3-6: Schacht vor der Wartung (links); Blick in den Schacht mit eingebautem Hydroshark (rechts) (Beton- und Kiesreste vom Schachteinbau)



Bild 3-7: Hydraulische Prüfung (links); Absaugen des Schachtes (rechts)



Bild 3-8: Messen des Schlammspiegels mit dem Zollstock (links); ausgepumptes Sediment (rechts)

Innerhalb eines Jahres war der Schlamm Spiegel auf etwas mehr als 10 cm gestiegen. Der Schlammraum jeden Bautyps beträgt bis zum Strömungsbrecher 50 cm. Eine jährliche Entleerung ist somit auch bei übermäßigem Feststoffbeaufschlagung mehr als ausreichend und bietet genügend Sicherheit gegen Remobilisierung.

3.5 Ableitung der Kontroll- und Wartungsaufwendungen

Folgende Kontroll-, Reinigungs- und Wartungsintervalle wurden aus den Erkenntnissen des mehr als einjährigen Betriebes für den Hydroshark DN 1000 sowie für die Baugrößen DN 800, 1.500, 2.000, 2.500 und 3.000 abgeleitet:

Kontrolle

Es ist zunächst eine halbjährliche Kontrolle des Schachtes erforderlich. Dabei ist der Schlammstand im System mittels Schlammteller zu messen. Bei hohem Baumbestand in der unmittelbaren Umgebung des Schachtes empfiehlt sich eine Kontrolle nach den Vegetationsperioden im Frühling und Herbst.

Reinigung

Die Reinigung des Schachtes ist dann erforderlich, wenn der Schlamm Spiegel den eingebauten Strömungstrenner (H = 50 cm vom Boden) erreicht hat, mindestens jedoch einmal jährlich.

Wartung

Wartungsarbeiten sind nicht vorgesehen, da alle eingebauten Teile (PE-Kunststoff) robust sind und auf eine Lebensdauer von > 50 Jahre ausgelegt sind.

Für die Anlage kann ein Wartungsmodell entwickelt werden, das der Betreiber über einen entsprechenden Anbieter bestellen kann. In diesem Fall wird die Anlage nach Herstellerangaben regelmäßig überwacht und gewartet. Dies bietet sich insbesondere für Lösungen im gewerblichen Bereich an, in dem nur wenige Anlagen betrieben werden. Alternativ kann der Betreiber sich die erforderlichen Wartungsgeräte anschaffen und die Wartung in eigener Regie übernehmen.

Detailliertere Hinweise auch zu den erforderlichen Gerätschaften und Sicherungsmaßnahmen sind in Tabelle 3-2 zusammengefasst.

Tabelle 3-2: Informationsblatt Betrieb 3P Hydroshark

Informationsblatt Betrieb 3P Hydroshark		
Anlage	Hersteller	3P Technik Filtersysteme GmbH ; Robert-Bosch-Str. 16 - 18 73337 Bad Überkingen
	Bezeichnung/Typ	Hydroshark DN 800 bis DN 3000
	Typ Straßenablauf	Schacht
	Abmessungen	Schachtinnendurchmesser DN 800 bis DN 3000, H = 2,2 m
erfüllte Anforderungen	Kategorie Trennerlass	II (Hof- und Verkehrsfläche in Gewerbegebiet mit geringem Kfz-Verkehr, kein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und keinen sonstigen Beeinträchtigungen der Niederschlagswasserqualität)
	Wasserschutzgebietszone	keine
	Morphologie	mittlere Geländeneigung gemäß DWA A 118 IG Gruppe I < 1%
Kontrolle	Häufigkeit der Prüfung	Anfangs halbjährlich, dann mindestens jährlich
	Art der Prüfung	Sichtkontrolle
	Sicherungsmaßnahmen	Sicherung gemäß GUV und Örtlichkeit
	Gerät	Sicherungsmaterial und Kanalhaken, Schlammspiegelmessstab (Schlammteiler)
	Notwendige Arbeiten	Öffnen des Schachtdeckels
	Kontrolle des Schlammspiegels	Füllstand Sedimentationsraum messen
	Ergebnis	ggf. Folgearbeiten Reinigung/Wartung
Reinigung	Häufigkeit der Reinigung	Mindestens jährlich oder als Ergebnis der Kontrolle, wenn der Schlamm Spiegel den Strömungsbrecher erreicht hat (ca. 50 cm)
	Art der Reinigung	Abpumpen des Sedimentationsraumes durch Kanalbetriebe, Fremdfirma oder in Eigenregie.
	Sicherungsmaßnahmen	Sicherung gemäß GUV und Örtlichkeit
	Gerät	Sicherungsmaterial und Kanalhaken; Saug/Spülwagen oder Pumpe, Saugrohr 2 – 2,5 Zoll Durchmesser
	Notwendige Arbeiten	Öffnen des Schachtdeckels, Abspritzen aller sichtbaren Teile, Absaugen des Sedimentationsraumes, erneutes Abspritzen. Ordnungsgemäßes Entsorgen des Schlammes.
Wartung	Häufigkeit der Wartung	keine während der Lebensdauer von 50 Jahren
	Art der Wartung	keine geplanten während der Lebensdauer
	Sicherungsmaßnahmen	Sicherung gemäß GUV und Örtlichkeit
	Gerät	Sicherungsmaterial und Kanalhaken
	Notwendige Arbeiten	nur bei Beschädigung

4 Vergleichbarkeit mit dem Leistungsvermögen und Betrieb eines Regenklärbeckens

Die dezentrale Sedimentationsanlage Hydroshark weist im Bereich der Hydraulik mit einem maximalen Leistungsvermögen je nach Baugröße von $Q = 183$ bis $400 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ (vgl. Tabelle 1-1) bis zum Anspringen des Notüberlaufs deutliche Vorteile gegenüber einer zentralen Regenwasserbehandlungsanlage auf, die häufig mit $r = 15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ bemessen werden.

Das Feststoffrückhaltevermögen des Hydroshark ist mit 70 % für AFS_{fein} (Millisil) größer als das eines zentralen Regenklärbeckens, das im günstigen Fall bei 50% Rückhalt für alle Feststoffe liegt, vgl. [SEB, 2011].

Bei einem Havariefall können Leichtstoffe zurückgehalten, abgesaugt und entsorgt werden, was im Vergleich zu einem Regenklärbecken ohne Dauerstau als positiv zu bewerten ist.

Die Zugänglichkeit des Schachtes ist abhängig von der Lage im Verkehrsraum. Beim nachträglichen Einbau im Straßenraum ist sie im Vergleich zu einem zentralen Reinigungssystem als weniger gut zu bewerten.

Die eingebauten Teile sind aus langlebigem Kunststoff PE 100 mit einer zu erwartenden Lebensdauer von > 50 Jahre. Ein Austausch ist in diesem Zeitraum nicht vorgesehen. Somit ist der Hydroshark im Vergleich zu einem Regenklärbecken, dessen mechanische Teile in dem gleichen Zeitraum mehrmals ausgetauscht werden müssen, langlebiger.

Die Wartungsintervalle sind mit jährlich geringer als die zentraler Systeme (Regenklärbecken ohne Dauerstau). Die Dauer einer Wartung (Leeren des Schlammraumes) je Schacht beträgt ca. 30 Minuten und ist nur in Abhängigkeit von der Anzahl der eingebauten Systeme zu beurteilen und mit einem Regenklärbecken zu vergleichen.

In Tabelle 4.1 ist der Vergleich in einer Bewertungsmatrix dargestellt.

Tabelle 4-1: Bewertungsmatrix Vergleich mit einem Regenklärbecken oD

Vergleich der Anlage Hydroshark 3P mit einem Regenklärbecken		
Anlage	Hersteller	3P Technik Filtersysteme GmbH Robert-Bosch-Str. 16 - 18 73337 Bad Überkingen
	Bezeichnung/Typ	Hydroshark DN 800 (1.000 m ²), DN 1000 (2.000 m ²), DN 1500 (4.000 m ²) DN 2000 (8.000m ²), DN 3000 (18.000 m ²)
Hy- draulik	Leistungsvermögen	++
	spez. Speicherverhalten	+
Rückhalte- vermögen	Grobstoffe	o
	AFS _{fein}	+
	MKW	+
	Havarieverhalten	o
	gelöste Schwermetalle	o
Wartung	Reinigungsintervalle	+
	Aufwand	+
	Erreichbarkeit Verkehrsraum	o/-
	Ersatzteile	+
Wertung	Hydraulik	+ / ++
	Rückhaltevermögen	+ / o
	Wartung	+ / o

In der zusammenfassenden Bewertung ist die Schachtanlage Hydroshark der Firma 3P Filtersysteme als überwiegend besser zu bewerten als ein zentrales Regenklärbecken ohne Dauerstau, da das hydraulische Leistungsvermögen, die Reinigungsleistung bezüglich der Feststoffe, ein Rückhalt von Mineralöl sowie der Wartungsaufwand im Vergleich deutlich besser sind.

Nachteile können sich lediglich bei einem nachträglichen Einbau in den Straßenraum durch Störung im Verkehrsablauf sowie je nach Lage des Schachtes bei der Wartung ergeben.

5 Zusammenfassung

Das Rückhaltevermögen der dezentralen Hydroshark-Schachtanlage der Firma 3P Filtersysteme ist mit $\geq 70\%$ für AFS_{fein} (Millisil) deutlich höher als das eines Regenklärbeckens. Der MKW-Rückhalt wurde zu etwa 66% ermittelt und ist daher besser als in einem Regenklärbecken. Ein Rückhalt an gelösten Stoffen wie Schwermetallen ist, wie in Regenklärbecken auch, nicht möglich.

Das hydraulische Leistungsvermögen ist je nach Baugröße mit $r = 183$ bis $400 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ wesentlich höher als das eines Regenklärbeckens.

Die Aufwendungen für Kontrolle und Reinigung sind mit maximal halbjährlich bis jährlich geringer als die zentraler Systeme. Die Wartung (Leeren des Schlammraumes) wird im Vergleich zu einem Regenklärbecken als weniger aufwendig beurteilt. Störungen z.B. des Verkehrsflusses durch die Wartung sind abhängig vom Einbauort im Straßenraum und möglicherweise ungünstiger als bei Regenklärbecken. Diese lassen sich jedoch durch umsichtige Planung und Durchführung minimieren.

In der zusammenfassenden Bewertung ist die dezentrale Schachtanlage Hydroshark der Firma 3 P Filtersysteme gleich oder besser als ein zentrales Regenklärbecken ohne Dauerstau zu bewerten.

6 Verwendete Literatur und Unterlagen

3P Technik Filtersysteme GmbH, (2020): Produktinformation Sedimentationsanlage Hydroshark

DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) (2011): Zulassungsgrundsätze für Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Teil 1: Anlagen zum Anschluss von Kfz-Verkehrsflächen bis 2.000 m² und Behandlung des Abwassers zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Februar 2011

Dierkes, C., H2O-Research, Münster (2019): Prüfbericht über den mittels Laborversuch ermittelten Rückhalt abfiltrierbarer Stoffe (AFS) der Sedimentationsanlagen vom Typ 3P Hydroshark (HS 1,0 bis 2,5), im Auftrag der 3P Technik Filtersysteme GmbH, Bad Überkingen; 08. April 2019

LANUV NRW (2012): Nachweis der Vergleichbarkeit von dezentralen Behandlungsanlagen – Zusammenfassende Darstellung der Prüfungsvorgaben vom 25.9.2012

MKULNV NRW (2012): Abschlussbericht „Dezentrale Niederschlagswasserbehandlungsanlage in Trennsystemen – Umsetzung des Trennerlasses“. Schreiben an die Behörden NRWs, gez. Kaste, A., Düsseldorf, 20.4.2012

Quarzwерkegruppe Frechen (2009): Typische Korngrößenverteilung und Körnungskennwerte Millisil Quarzmehl

IKT (Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen) (2020): Prüfbericht zur Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Niederschlagswasserbehandlungsanlage Hydroshark DN 1500 gemäß des Trennerlass NRW, 13. Februar 2020

SEB (Stadtentwässerungsbetriebe), Köln (2011): Dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in Trennsystemen - Umsetzung des Trennerlasses. Gefördert vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Köln 2011

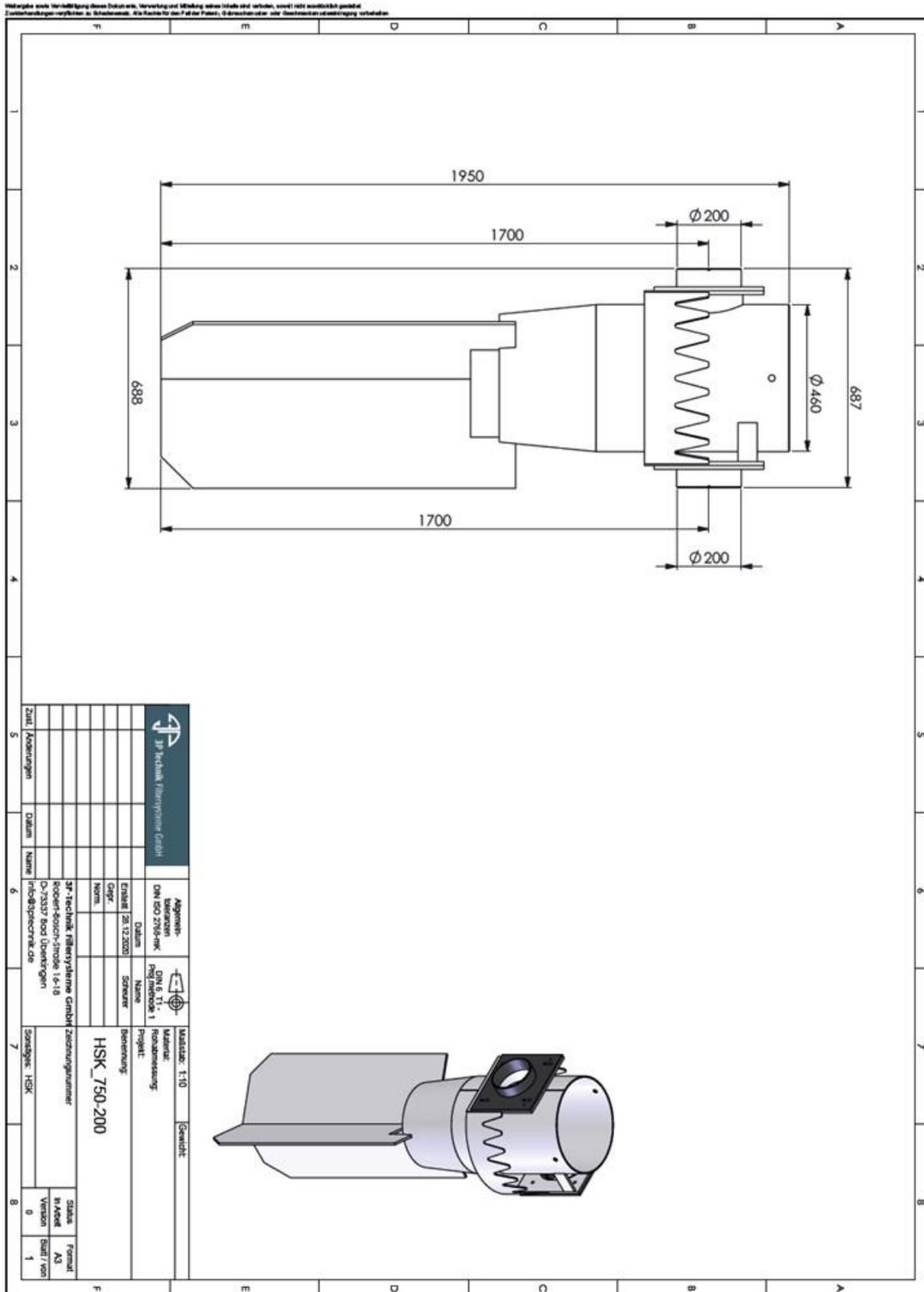
Kaiserslautern, 26.01.2021

Dr. Martina Dierschke

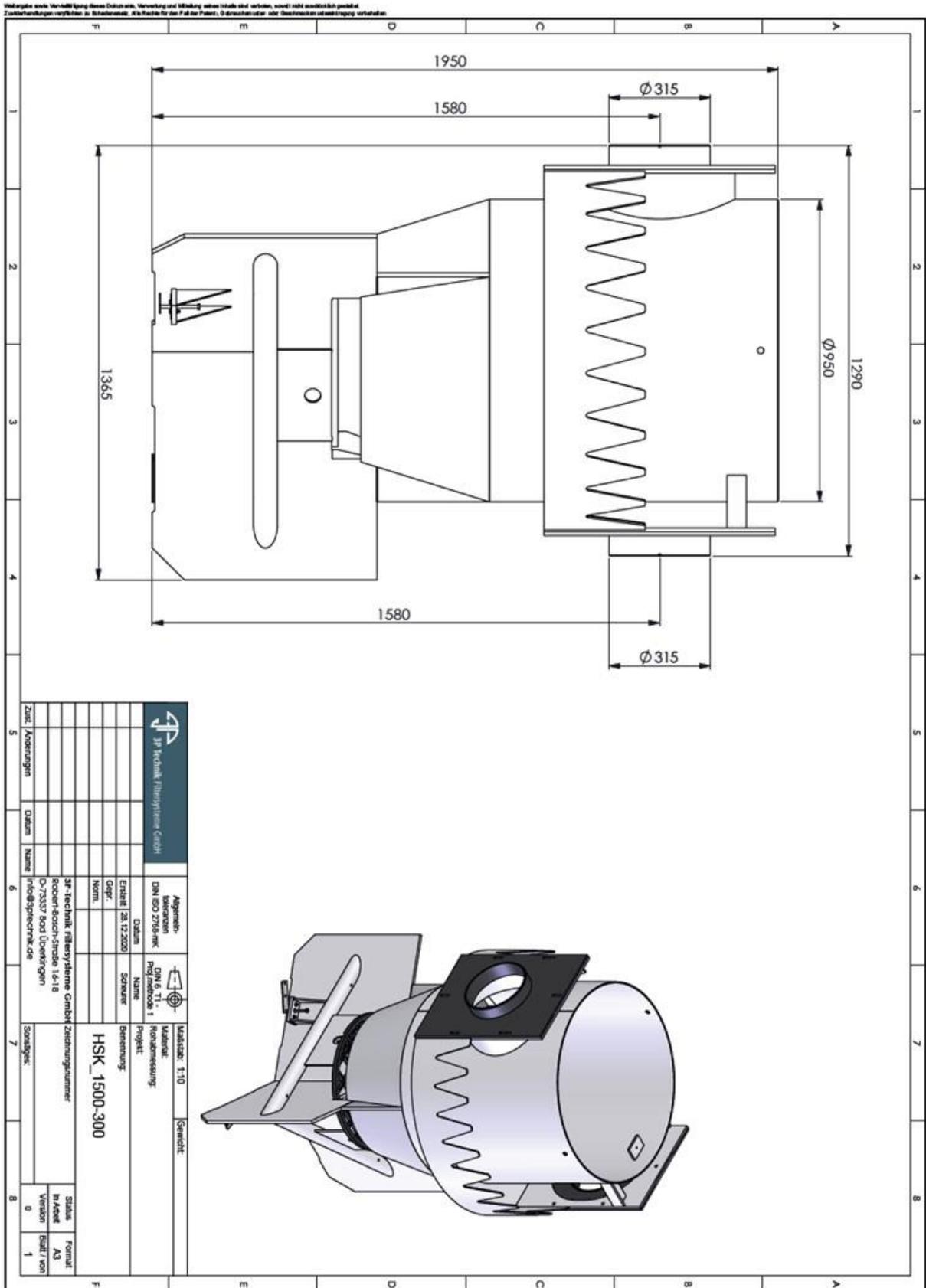
Ingenieurbüro für Siedlungswasserwirtschaft

Anlage 1: Einbauzeichnung 3P Hydroshark

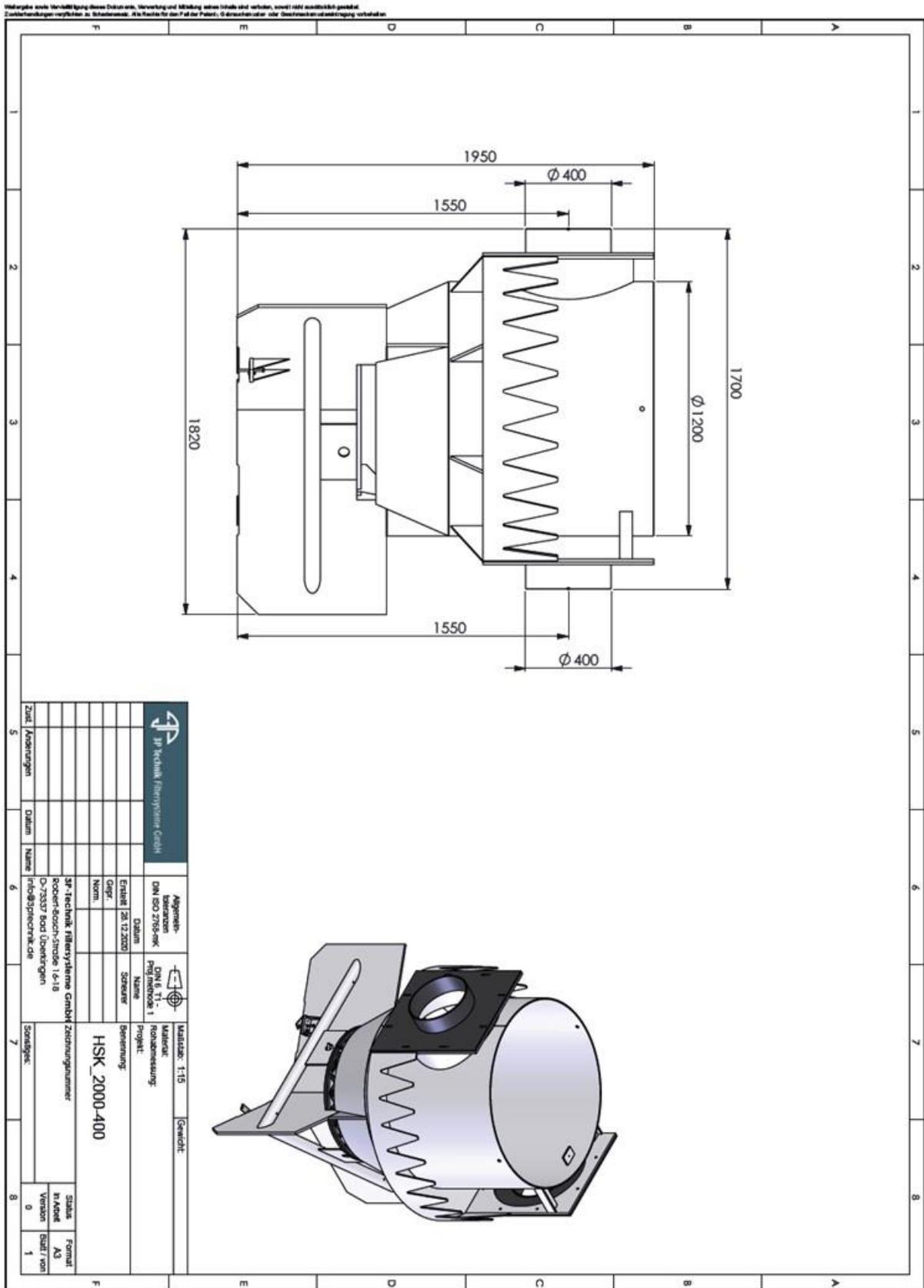
Baugröße Hydroshark DN 800



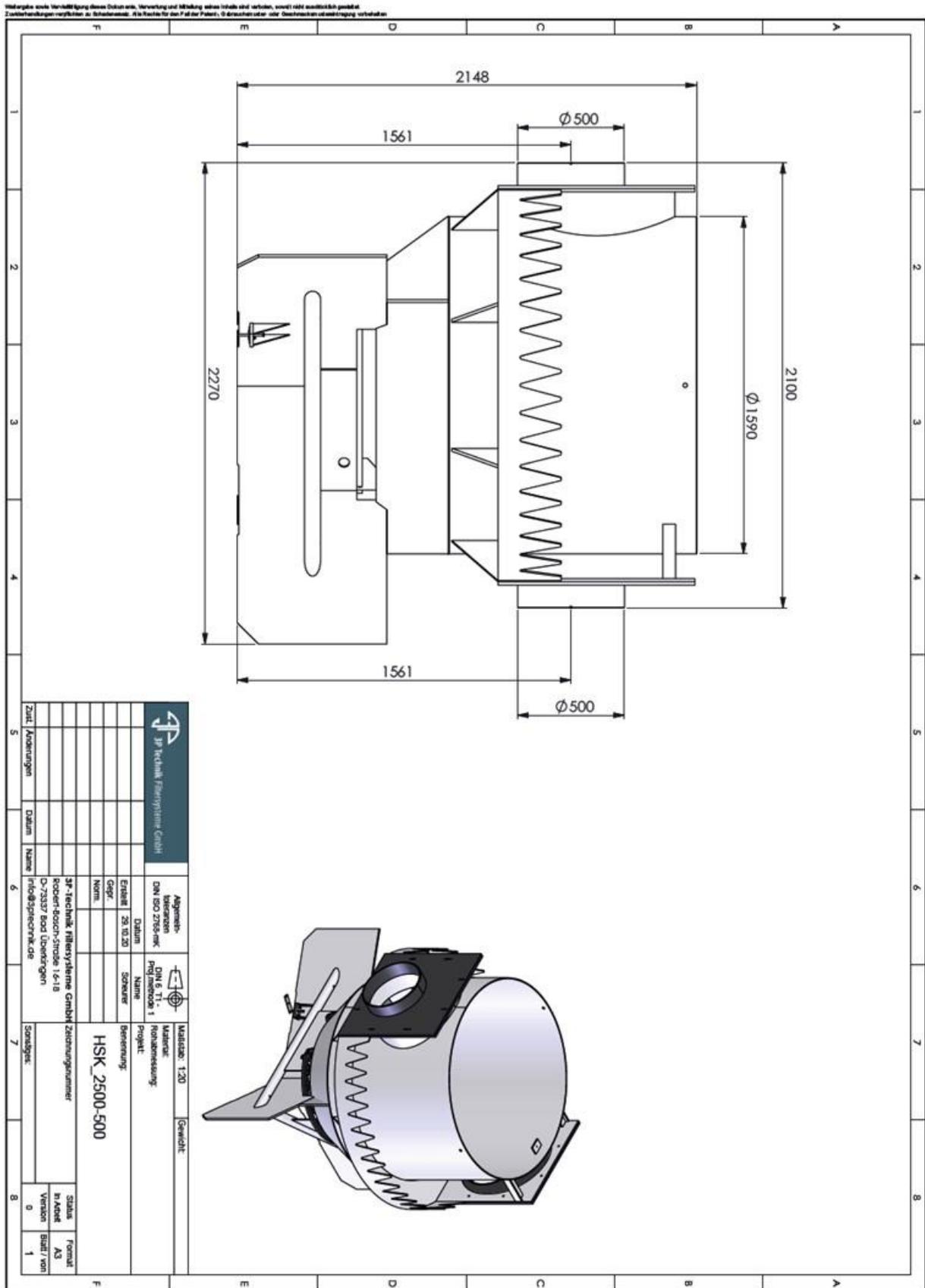
Baugröße Hydroshark DN 1500



Baugröße Hydroshark DN 2000



Baugröße Hydroshark DN 2500



Anlage 2: Prüfbericht über den mittels Laborversuch ermittelten Rückhalt abfiltrierbarer Stoffe (AFS) der Sedimentationsanlagen vom Typ 3P Hydroshark (HS 1,0 bis 2,5) (DN 1000 bis DN 2500) [Dierkes, 2019]

Prüfbericht

**über den mittels Laborversuch ermittelten Rückhalt abfiltrierbarer Stoffe
(AFS) der Sedimentationsanlagen vom Typ 3P Hydroshark (HS 1,0 bis
HS 2,5)**

Datum: 08.04.2019

Auftraggeber:

3P Technik Filtersysteme GmbH

Robert-Bosch-Straße 16-18

73337 Bad Überkingen

Gutachter:

Dr.-Ing. Carsten Dierkes

H₂O Research GmbH

Kopernikusweg 27a

48155 Münster

Dieser Prüfbericht umfasst insgesamt 14 Textseiten mit 9 Abbildungen und 8 Tabellen

1. Anlass und Auftrag

Die H₂O Research GmbH wurde am 01.02.2019 von der 3P Technik Filtersysteme GmbH aus Bad Überkingen beauftragt, den Rückhalt von abfiltrierbaren Stoffen (AFS) von Sedimentationsanlagen vom Typ Hydroshark im Labor zu prüfen. Es wurden die Modelle HS 1,0, HS 1,5, HS 2,0 und HS 2,5 geprüft.

2. Sedimentationsanlagen

Sedimentationsanlagen entfernen Feststoffe aus dem Niederschlagswasserabfluss, diese enthalten den größten Teil der Schadstoffe [1]. Das sind vor allem Schwermetalle wie Kupfer, Zink, Cadmium, Blei, Chrom, die partikulär gebundenen Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und organische Verbindungen [2]. Die Anlagen können entweder vor der Einleitung in Oberflächengewässer oder vor der Einleitung in Versickerungsanlagen eingesetzt werden.

Ein bundesweit einheitliches Verfahren zur Ermittlung des Stoffrückhaltes von Sedimentationsanlagen analog zum Prüfverfahren des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Filteranlagen [3] existiert nicht, die Anlagen können aber in Anlehnung an das DIBt Verfahren auf den Rückhalt an abfiltrierbaren Stoffen (AFS) geprüft werden [4]. Gelöste Stoffe werden von den Anlagen nicht oder nicht in einem signifikanten Maß zurückgehalten, daher machen Prüfungen auf den Rückhalt an gelösten Stoffen keinen Sinn. Lediglich die Prüfung auf den Rückhalt an Mineralölkohlenwasserstoffen kann ebenfalls durchgeführt werden.

3. Anforderungen an Sedimentationsanlagen

Der Einsatz von dezentralen Sedimentationsanlagen wird vor allem im Merkblatt 153 der DWA geregelt [5]. Dieses enthält ein immissionsorientiertes Bewertungsverfahren für Maßnahmen der Niederschlagswasserbehandlung. Es basiert auf einem Punkteverfahren. Zunächst wird aus einem Tabellenwerk ein Punktwert G für das Gewässer ermittelt, in das der Abfluss eingeleitet werden soll. Anschließend wird ein Punktwert für die Verschmutzung des Niederschlagswasserabflusses berechnet, der sich aus Einflüssen der Luft und der abflusswirksamen Fläche zusammensetzt und als B_i bezeichnet wird. Alle Flächen werden dazu in drei Verschmutzungskategorien (gering, mittel, stark belastet) eingeteilt. Ist der Wert der Abflussbelastung B_i größer als der Wert der Gewässerpunkte G, so ist eine Behandlung des Niederschlagswasserabflusses notwendig. Rechnerisch wird dazu B_i mit einem Durchgangswert D multipliziert, der die Reinigungsleistung der Anlage beschreibt. Dieser bewegt sich zwischen 0,1 (sehr gute Reinigungsleistung) und 1,0 (keine Reinigungsleistung) und wird aus Tabellen

abgelesen. Der Durchgangswert von Behandlungsanlagen gemäß M 153 lässt sich nicht berechnen. Wenn dezentrale Sedimentationsanlagen mit einem Durchgangswert beschrieben werden sollen, so kann das nur auf Grundlage des Vergleichs mit Anlagen erfolgen, die im Merkblatt enthalten sind.

Im Jahre 2004 hat das Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW den sogenannten Trennerlass, „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ als Runderlass herausgegeben [6]. Dort heißt es bezüglich einer dezentralen Behandlung: „Von einer zentralen Behandlung dieses Niederschlagswassers kann im Einzelfall abgesehen werden, wenn [...] eine vergleichbare dezentrale Behandlung erfolgt“ [6]. Entscheidend ist der Nachweis der Gleichwertigkeit dezentraler Anlagen mit zentralen Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen und gemäß den geltenden Regelwerken ausgelegt sind. In einer ergänzenden Prüfvorschrift des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW) heißt es dazu: „Der Nachweis der Vergleichbarkeit der dezentralen Anlagen mit zentralen Anlagen zur Behandlung der Niederschlagswasserabflüsse von Verkehrsflächen Kat. II gem. Trennerlass ist durch die Kombination von Laborversuchen zum Nachweis des Stoffrückhalts und der hydraulischen Leistungsfähigkeit in Kombination mit in situ Untersuchungen zu führen. Die Laborversuche sind durch unabhängige, entsprechend ausgerüstete und erfahrene Prüfinstitute durchzuführen“ [4]. Weiter heißt es: „Die Vergleichbarkeit der dezentralen Systeme mit den zentralen Anlagen gem. Trennerlass ist gegeben, wenn der AFS-Rückhaltegrad von $AFS_{\text{fein}} > 50\%$ und die betrieblichen Untersuchungsergebnisse eine Vergleichbarkeit mit RKB positiv bescheinigen“ [4].

Zukünftig soll die Regenwasserbehandlung in Siedlungsgebieten mit dem Arbeitsblatt 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ der DWA geregelt werden, welches seit Oktober 2016 im Gelbdruck vorliegt [7]. Der Entwurf sieht den Parameter AFS63 als Leitparameter zur Beurteilung der Einleitfähigkeit von Niederschlagswasserabflüssen vor. Mit einem Rechenverfahren wird der zulässige, flächenspezifische Frachtaustrag eines Einzugsgebietes $b_{R,e}$ ermittelt. In Tabelle 1 sind die flächenspezifischen Stoffabträge von Flächen der Kategorien I bis III angegeben. In dem Arbeitsblatt wird ein zulässiger flächenspezifischer Frachtaustrag $b_{R,e,zul}$ mit $280 \text{ kg}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ AFS63 zur Einleitung in Oberflächengewässer definiert. Daraus ergibt sich rechnerisch die Notwendigkeit einer Reduktion von AFS63 um 47 % von Kategorie II Flächen und von 63 % für Kategorie III Flächen [7].

Tabelle 1: Rechenwerte des flächenspezifischen jährlichen Stoffabtrags $b_{R,a}$ für AFS63 der Belastungskategorien I bis III (Bezugsgröße angeschlossene, befestigte Fläche $A_{E,b,a}$) [7]

Kategorie	Flächenspezifischer Stoffabtrag $b_{R,a}$ für AFS63 in kg/(ha·a)
Kategorie I	280
Kategorie II	530
Kategorie III	760

„Die Frachtwerte verstehen sich ausdrücklich als Rechenwerte zur Verwendung im Kontext des vorliegenden Arbeitsblattes. Sie eignen sich nicht als Referenzwerte für einen messtechnischen Nachweis zulässiger Frachtausträge. Der tatsächliche Stoffabtrag kann für bestimmte Teilflächen auch höhere Werte erreichen und jahreszeitlich stark variieren. Dies ist insbesondere bei Anordnung dezentraler Behandlungsanlagen von Bedeutung“ [7].

Damit stellt sich bezüglich des A 102 wie bei M 153 das Problem, wie der Nachweis der Eignung einer dezentralen Sedimentationsanlage geführt werden kann. In diesem Prüfbericht wird der Ansatz verfolgt, die Ergebnisse von Laborprüfungen mit Sicherheitsfaktoren zu belegen, um die Funktion im realen Betrieb sicherzustellen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Prüfverfahren des DIBt schon mit sehr hohen Frachten und Konzentrationen arbeitet.

4. Aufbau der Anlagen

Bei dem System 3P Hydroshark handelt es sich um Kunststoffeinsätze verschiedener Größen, die in runde Schächte aus Beton oder Kunststoff eingebaut werden. Der Niederschlagswasserabfluss wird zunächst in der Mitte des Systems tangential in einen Behandlungsraum eingeleitet (Abbildung 1 Punkt 1). Dafür wird das Wasser im Zulauf umgelenkt (Abbildung 2). Dort findet durch den sogenannten Teetasseneffekt die Sedimentation von Feststoffen statt. Es entsteht eine Wirbelströmung, durch Sekundärströmungen und Grenzschichteffekte (Abbildung 1 Punkt 2) wird eine Abscheidung der Sedimente aus dem Niederschlagswasserabfluss bewirkt.

Diese sinken in den darunter liegenden Schlammfang, der durch Strömungsbrecher hydraulisch vom Behandlungsraum getrennt ist, so dass es bei Starkregen zu keiner Remobilisierung der abgesetzten Partikel kommt (Abbildung 1 Punkt 3). Anschließend fließt das Wasser im Außenring der Anlage gleichförmig nach oben. Ein Zackenwehr (Abbildung 3) sorgt dafür, dass es zu keinen Kurzschlussströmungen in der Anlage kommt und eine möglichst gleichförmige und laminare Strömung vorherrscht (Abbildung 1, Punkt 4). Über das Zackenwehr fließt das Wasser anschließend in den Ablauf (Abbildung 1, Punkt 5). Leichtstoffe wie Öle oder Pollen werden

im mittleren Raum zurückgehalten, da sie nicht unter der Abscheiderwand durchtauchen können. Es gibt keinen Höhenversatz zwischen Zu- und Ablauf. Das System kann nicht verblocken. Die Anlagen werden im Vollstrom betrieben, es ist kein externer Bypass vorgesehen.

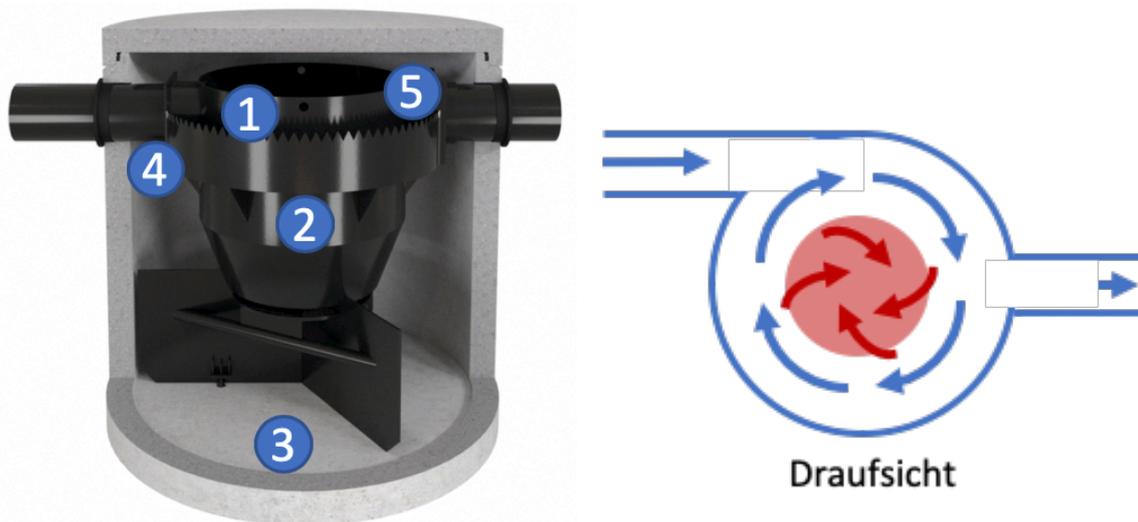


Abbildung 1: Funktion der Hydroshark Sedimentationsanlage



Abbildung 2: Ablenkeinrichtung am Zulauf

Die Anlagen für die Schachtdurchmesser 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m und 3,0 m erhältlich (siehe Abbildung 4). Der Durchmesser bezieht sich dabei auf den Innendurchmesser des Schachtes. Die Abmessungen für die Rohranschlüsse sowie der maximale hydraulische Durchfluss durch die Anlagen ist in Tabelle 2 angegeben.



Abbildung 3: Zackenwehr am Ablauf

Tabelle 2: Abmessungen und maximale Durchflussraten der Anlagen vom Typ 3P Hydroshark

	HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5	HS 3,0
Schachtdurchmesser (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Anschluss DN (mm)	200	300	350	400	500
max. hydr. Durchfluss (l/s)	40	98	147	220	378



Abbildung 4: Hydroshark-Anlagen HS 1,0 bis HS 3,0

Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Abmessungen der Systeme HS 1,0 und HS 2,0. Abbildung 6 zeigt den Einbau in einen Betonschacht für das System HS 1,0. Deutlich zu erkennen sind Sicherungen gegen einen Auftrieb, die seitlich am Betonschacht befestigt werden. Die Anlagen können über drei Stellfüße auch noch auf der Baustelle waagrecht ausgerichtet werden.

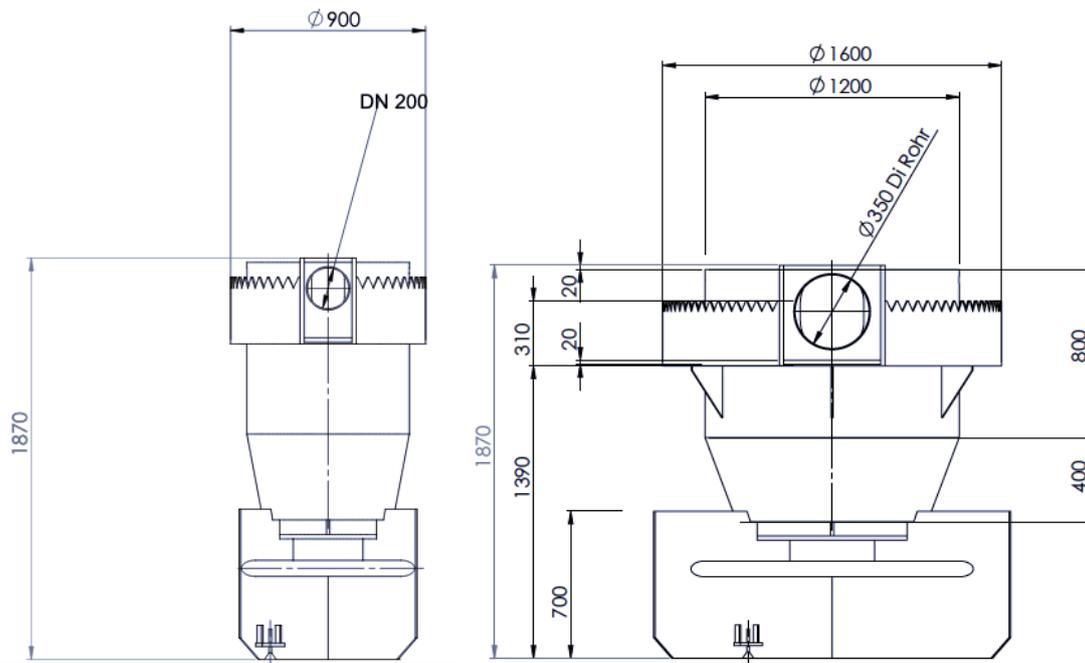


Abbildung 5: Abmessungen der Hydroshark Einsätze HS 1,0 und HS 2,0

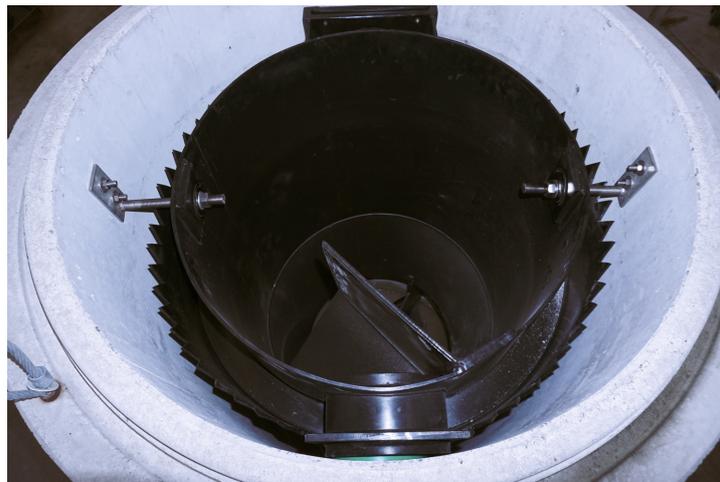


Abbildung 6: Einbau eines Hydroshark 1000 in einem Betonbehälter

5. Leistungsfähigkeit von Sedimentationsanlagen

Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sedimentationsanlagen dient der Parameter abfiltrierbare Stoffe (AFS). Hierunter werden per Definition alle Feststoffe verstanden, die größer als $0,45 \mu\text{m}$ sind. Zur Analyse der AFS ist eine Wasserprobe über einen vorher gewogenen und getrockneten Filter mit einer Porenweite von $0,45 \mu\text{m}$ in Anlehnung an DIN EN 872 [8] und DIN 38409 [9] zu filtrieren. Dieser wird anschließend bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ bis zur Massenkonstanz

getrocknet und gewogen, um die Masse an Feststoffen als AFS in mg/l zu ermitteln. Bei Niederschlagswasserabflüssen von Verkehrsflächen hat sich gezeigt, dass die Partikel < 200 µm den größten Anteil der relevanten Stoffe wie z.B. der Schwermetalle und der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe enthalten [10]. Zum Einsatz bei Laborprüfungen von Anlagen kommt daher ein Prüfstoff mit einem Größtkorn von 200 µm zum Einsatz. Der zugehörige Parameter wird als AFS_{fein} bezeichnet [11]. Zur Beurteilung des Feststoff-Rückhaltes von Anlagen wird ein Quarzmehl vom Typ Millisil W4 verwendet, welches diese Randbedingungen einhält [3]. Die Partikelgrößenverteilung ist in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Partikelgrößenverteilung des zu verwendenden Quarzmehls [3]

Siebanalyse mit Luftstrahlsieb		Analyse mit Cilas Granulometer	
Lichte Maschenweite [µm]	Summe der Rückstände [Masse-%]	Korndurchmesser [µm]	Summe der Rückstände [Vol-%]
400	0,1	32	70
315	0,2	16	80
200	4	8	88
160	10	6	91
125	22	4	93
100	30	2	96
63	51		
40	66		

6. Prüfmethdik

Zur Prüfung der 3P Hydroshark Anlagen wurde ein modifiziertes Prüfverfahren für Filteranlagen des DIBt gemäß den geltenden Zulassungsgrundsätzen für den AFS-Rückhalt verwendet [3]. Die Prüfungen wurden mit vier verschiedenen Regenspenden durchgeführt. Regenspenden von unter 50 l/(s·ha) repräsentieren den Hauptteil des Niederschlagsabflussvolumens in den meisten Regionen in Deutschland [12]. Regenspenden von 2,5 l/(s·ha), 6 l/(s·ha) und 25 l/(s·ha) decken nach umfassenden Untersuchungen des Landesamtes für Umwelt in Bayern einen weiten Bereich der maßgeblichen Abflussspenden ab und werden als Prüfregenspenden gewählt [3]. Eine Remobilisierungsprüfung mit 100 l/(s·ha) ergänzt das Prüfprogramm. Geprüft wurde mit einem Quarzmehl vom Typ Millisil W4 mit einer definierten Partikelgrößenverteilung (Tabelle 3). Etwa 50 % der Partikel des Prüfmehls sind kleiner als 63 µm, gehören also der AFS63-Fraktion an. Im Zulauf der Anlage wurde das Quarzmehl gleichmäßig über die

Prüfdauer zudosiert, am Ablauf wurden nach einem festen Schema Proben entnommen. Dabei ist zu beachten, dass für die Analyse auf AFS63 die Probe zunächst über ein Sieb der Abmessung 63 µm filtriert werden muss.

Die Prüfapparatur besteht aus drei Teilen, einem Vorlagebehälter mit einer Pumpe mit Regeleinrichtung und Durchflussmesser (Typ Promag 50W, Firma Endress und Hauser) in der Rohrleitung, einem statischen Mischer, der über einen Doppelschneckenförderer (Typ K-MV-KT20, Firma K-TRON Deutschland GmbH) mit Quarzmehl beschickt wird und der zu prüfenden Behandlungsanlage mit einem Zu- und einem Ablauf. Als Vorlagebehälter wurden drei Regenwasserzisternen verwendet. Das Zisternenwasser wurde zunächst auf die Hintergrundkonzentration an AFS untersucht.

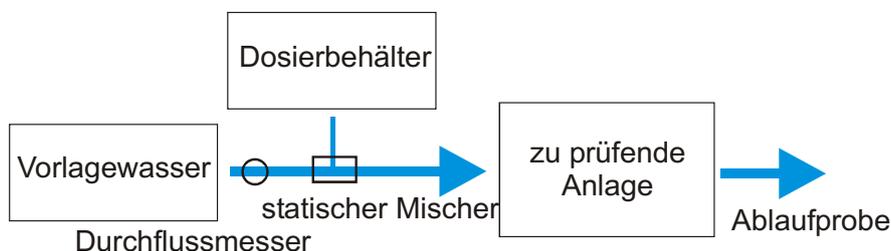


Abbildung 7: Aufbau der Prüfapparatur für Behandlungsanlagen

Die gesamte Beschickung an Feststoffen pro Gesamtprüfung entspricht rechnerisch der Fracht von einem Betriebsjahr. Die Volumenströme sind in

Tabelle 4 für die Systeme HS 1,0 bis HS 2,5 für angeschlossenen Flächen von 2.000 m² bis 12.000 m² angegeben. Das Prüfmehl wurde dem Beschickungswasserstrom kontinuierlich mittels eines Schneckendosierers zugeführt. Mit der Mehlzuführung wurde begonnen, wenn in der Anlage stabile Strömungsverhältnisse vorlagen. Für die Prüfung der Anlagen vom Typ HS 1,0 wurden insgesamt 50 mg/m² zudosiert, dies bedeutet bei 2.000 m² angeschlossener Flächen eine Gesamtmenge von 50 kg Quarzmehl, die im Verhältnis 3:2:1 über die drei ersten Teilprüfungen aufgegeben wurde. Die Teilprüfung 4 wurde ohne Zudosierung durchgeführt. Für die Prüfungen der Anlagen HS 1,5 bis HS 2,5 wurden ebenfalls abweichend von den Vorgaben des DIBt jeweils 50 kg Prüfmehl verwendet, um keine zu hohen Dosierungen zu erhalten. Dies verringert die AFS-Konzentrationen, allerdings werden in ähnlichen Verfahren wie dem amerikanischen NJDEP-Protokoll [13] grundsätzlich geringere Konzentrationen verwendet.



Abbildung 8: Aufbau der Prüfanlage für den Typ Hydroshark HS 1,0

Tabelle 4: Wassermenge und Zeitdauer je Prüfereignis für Verkehrsflächen von 2.000 m² bis 12.000 m²

Anlagentyp			HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5
anschließbare Fläche (m ²)			2.000	4.000	8.000	12.000
Teilprüfung	Regenspende l/(s·ha)	Prüfzeit min	Zufluss l/s	Zufluss l/s	Zufluss l/s	Zufluss l/s
1	2,5	480	0,5	1,0	2,0	3,0
2	6	200	1,2	2,4	4,8	7,2
3	25	48	5,0	10,0	20,0	30,0
4	100	15	20,0	40,0	80,0	120,0

Da eine maximaler Volumenstrom von 50 l/s realisiert werden konnte, wurden die Teilprüfungen 4 für die Anlagen HS 2,0 und HS 2,5 nicht bzw. mit einem zu geringen Volumenstrom durchgeführt.

Zur Bestimmung des Feststoffrückhaltes wurden Wasserproben zur AFS-Bestimmung am Ablauf der Anlage händisch entnommen. Nach Beginn der Beaufschlagung plus der rechnerischen Durchlaufzeit für das einfache Anlagenvolumen wurden jeweils 5 Proben à 1 l entnommen, und zwar gleichmäßig über die restliche Prüfdauer (entspricht Prüfereignisdauer) verteilt.

Bei der Teilprüfung 4 wurden Proben im Minutenabstand über einen Zeitraum von 15 Minuten entnommen. Die erste Probenahme erfolgte 1 Minute nach dem Einstellen des geforderten Volumenstroms.

Jede Teilprobe wurde über einen vorher gewogenen und getrockneten Filter mit einer Maschenweite von 0,45 µm gemäß DIN EN 872 filtriert. Für die AFS63 Bestimmung wurden zwei

Proben entnommen. Eine Probe wurde zunächst über einen Filter mit einer Maschenweite von 63 µm filtriert. Beide Proben wurden dann analysiert. Die Filter wurden nach der Filtration im Trockenschrank bei 105 °C bis zur Massenkonstanz getrocknet und dann gewogen, um die Menge an Mehl als abfiltrierbare Stoffe (AFS) zu ermitteln.

Der Austrag B_{ges} wird mit folgender Formel berechnet:

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

wobei

B_{ges} = Austrag in mg

V = Wasservolumen der jeweiligen Teilprüfung

C = mittlere Konzentration an AFS der jeweiligen Teilprüfung

Das Ergebnis der vierten Teilprüfung geht nur zur Hälfte in das Ergebnis ein. Für die Anlagen HS 1,5 und HS 2,0 konnte der Volumenstrom für die Teilprüfung 4 nicht vollständig erreicht werden. Daher wurden die Ergebnisse aufgrund der Resultate der kleineren Anlagen HS 1,0 und HS 1,5 interpoliert.

7. Ergebnisse der durchgeführten Messungen

Die Ergebnisse der Prüfungen für die Auswertung gemäß AFS_{fein} sind in Tabelle 5 aufgeführt. Der Rückhalt liegt zwischen 83,6 % für die Anlage H 1,0 und 86,9 % für die Anlage HS 1,5. Die unterschiedlichen konstruktiven Details und die daraus resultierenden Abweichungen bewirken eine gewisse Spannbreite der Ergebnisse. Daher sollten auch alle Anlagen geprüft werden und nicht nur eine Baugröße. Insgesamt liegen die Ergebnisse aber in einem vergleichbaren Bereich und erscheinen plausibel.

Tabelle 5: Ergebnisse des Rückhaltes an AFS

	HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5
TP1	86,9	92,1	90,6	91,4
TP2	84,8	85,6	84,1	84,3
TP3	72,1	74,8	71,7	74,3
Gesamt	83,6	86,9	85,1*	86,1*

* Daten von TP 4 abgeschätzt

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse bezogen auf den Rückhalt an AFS₆₃. Diese liegen zwischen 67,2 % für die Anlage HS 1,0 und 73,8 % für die Anlage HS 1,5. Auch hier ist eine gewisse Schwankungsbreite zu erkennen.

Tabelle 6: Ergebnisse des Rückhaltes an AFS 63

	HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5
TP1	73,7	84,1	81,1	82,7
TP2	69,7	71,1	68,2	66,7
TP3	44,2	49,5	43,3	48,7
Gesamt	67,2	73,8	70,3*	72,1*

* Daten von TP 4 interpoliert

8. Anschließbare Flächen

Entsprechend der Ergebnisse der AFS-Prüfungen lassen sich maximal anschließbare Flächen für die einzelnen Anlagen bestimmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich Laborergebnisse nicht ohne weiteres auf die tatsächlichen Wirkungsgrade unter realen Verhältnissen übertragen lassen. Daher sind die geforderten Rückhalte der Merk- und Arbeitsblätter der DWA nicht unbedingt mit den Ergebnissen dieser Messungen zu vergleichen. Aber auch in-situ Prüfungen von Anlagen geben hier keine absolute Sicherheit. Dezentrale Einzugsgebiete unterscheiden sich stark in ihrer Stoffcharakteristik, hinzu kommen zufällige Einflussparameter wie die tatsächlichen Regenereignisse, Trockenphasen und der Einfluss der Probenahme. Insofern bieten die Laborergebnisse wenigstens gute Anhaltspunkte für die Funktion der Anlagen und sollten mit Sicherheitsfaktoren versehen werden. Eine Abschätzung von anzuschließenden Flächen kann so vorgenommen werden.

Gemäß DWA M 153 sind vor allem zwei Typen von Anlagen relevant, der Typ D 24 (Anlagen mit Dauerstau oder ständiger Wasserführung und max. 10 m/h Oberflächenbeschickung bei einem r_{krit} von 45 l/(s·ha), z.B. Regenklärbecken oder Teiche) mit einem Durchgangswert von 0,5. Der AFS-Rückhalt von dauergespannten RKB liegt bei einem r_{krit} von 15 l/(s·ha) bei weniger als 50 %. Der Durchgangswert für die Anlagen vom Typ D 24 wird für 15 l/(s·ha) mit 0,65 angegeben und für 45 l/(s·ha) mit 0,50. Die Anlagen vom Typ Hydroshark 1,0 bis 2,5 zeigen bei 2.000 m² bis 12.000 m² Anschlussfläche beim modifizierten DIBt-Verfahren einen Rückhalt zwischen 84 % und 87 %. Um eine Vergleichbarkeit mit einem RKB zu erhalten könnte eine etwas größere Fläche angeschlossen werden, daher wird vorgeschlagen die maximal anschließbare Fläche um 25 % zu erhöhen (Tabelle 7).

Für eine Bewertung gemäß Feld D25 (Anlagen mit Dauerstau oder ständiger Wasserführung und max. 18 m/h Oberflächenbeschickung bei einem r_{krit} von 15,1 l/(s·ha), z.B. Absetzanlagen vor Versickerungsbecken oder Regenrückhalteanlagen) mit einem Durchgangswert von 0,35 können die Ergebnisse der durchgeführten Laborprüfungen herangezogen werden. Mit 84 % bis 87 % sollte der Rückhalt in jedem Fall höher sein. Damit ergeben sich die folgenden maximal anschließbaren Flächen gemäß Tabelle 7.

Tabelle 7: Vorgeschlagene maximale anschließbare Flächen gemäß Typ D 24 (Durchgangswert 0,5) und D 25 (Durchgangswert 0,35)

Hydroshark Typ	HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5	HS 3,0
Anschließbare Fläche 0,35	2000	4000	8000	12500	18000*
Anschließbare Fläche 0,50	2500	5000	1000	16000	22000*

* nicht im Laborversuch bestimmt

Der gleiche Ansatz wird für eine Auslegung gemäß Trennerlass NRW vorgeschlagen, hier wird seitens der MUNLV ein Rückhalt von mehr als 50 % AFS_{fein} gefordert mit 84 % bis 87 % sollte diese Auslegung auf der sicheren Seite liegen.

Schwieriger gestaltet sich die Auslegung gemäß dem Gelbdruck des DWA-A 102. Hier ist der Parameter AFS_{63} maßgebend. Auch hier sollte der rechnerische Ansatz nicht mit Laborversuchen nachgewiesen werden. Es bleibt nichts anderes, als maximal anzuschließende Flächen mit Sicherheitsfaktoren abzuschätzen. Für Flächen der Kategorie 2 wird ein rechnerischer Rückhalt von 63 % verlangt, von Flächen der Kategorie 3 von 74 %. Die Anlagen zeigten in den Prüfungen Rückhalteraten von 67 % bis 74 %. Für Flächen der Kategorie 2 dürfte das ausreichend sein, die Bemessung könnte entsprechend Tabelle 8 erfolgen. Für Flächen der Kategorie 3 wird vorgeschlagen, die anschließbare Fläche um 25 % zu reduzieren, um auf der sicheren Seite zu liegen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Vorgeschlagene anschließbare Flächen gemäß Gelbdruck des Arbeitsblattes 102 der DWA

Hydroshark Typ	HS 1,0	HS 1,5	HS 2,0	HS 2,5	HS 3,0
Anschließbare Fläche Kategorie II	2000	4000	8000	12500	18000*
Anschließbare Fläche Kategorie III	1500	3000	6000	9375	13500*

* nicht im Laborversuch bestimmt

9. Zusammenfassung

Vier Sedimentationsanlagen vom Typ 3P Hydroshark (Typen HS 1,0, HS 1,5, HS 2,0 und HS 2,5), die auf dem Prinzip eines Wirbelabscheiders basieren wurden im Labor auf den Rückhalt an abfiltrierbaren Stoffen (AFS) untersucht. Dafür wurde ein modifiziertes Prüfverfahren des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) verwendet. Als Prüfstoff wurde ein Quarzmehl vom Typ Millisil W4 eingesetzt. Die Prüfungen erfolgten mit jeweils vier Teilprüfungen, aus deren Einzelergebnissen ein Gesamtergebnis berechnet wurde.

Der Rückhalt an AFS_{fein} liegt für die vier Anlagentypen zwischen 83,6 % und 86,9 % bei den gewählten anschließbaren Flächen. Die Prüfungen wurden auch hinsichtlich des zukünftig relevanten Parameters AFS63 ausgewertet, hier liegt der Rückhalt zwischen 67,2 % und 73,8 %.

Aus den gewonnenen Ergebnissen wurden mit Sicherheitsfaktoren maximal anzuschließende Flächen gemäß den Vorgaben des DWA-M 153, DWA-A 102 (im Gelbdruck) und Trennerlass NRW abgeleitet.

10. Literatur

- [1] Schmitt T.G. (2015): Stoffliche Belastung und Behandlung von Regenwasserabflüssen. In: 48. Essener Tagung für Wasser - und Abfallwirtschaft. Aachen, 15. - 17.04.2015 (236), S. 21.
- [2] Xanthopoulos, C.; Hahn, H.H. (1993): Anthropogene Schadstoffe auf Straßenoberfläche und ihr Transport mit dem Niederschlagsabfluss. Abschlussbericht. Niederschlagsbedingte Schmutzbelastung der Gewässer aus städtischen befestigten Flächen.
- [3] DIBt (2011): Zulassungsgrundsätze für Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Teil 1: Anlagen zum Anschluss von Kfz-Verkehrsflächen bis 2.000 m² und Behandlung des Abwassers zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser.- Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin.
- [4] LANUV (2012): Nachweis der Vergleichbarkeit von dezentralen Behandlungsanlagen Zusammenfassende Darstellung der Prüfungsvorgaben vom 25.9.2012.- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- [5] DWA (2007): Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (August 2007); korrigierter Stand: August 2012.- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall, Hennef.
- [6] MUNLV (Ministerium für Umwelt des Landes Nordrhein-Westfalen) (2004): Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren.- RdErl. Vom 25.5.2004, Düsseldorf.
- [7] DWA (2016): Arbeitsblatt DWA-A 102: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasserabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer. Entwurf Oktober 2016.- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall, Hennef.
- [8] DIN EN 872 (2005): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung suspendierter Stoffe - Verfahren durch Abtrennung mittels Glasfaserfilter; Deutsche Fassung.- Beuth Verlag GmbH, Berlin.

-
- [9] DIN 38409, Teil 2 (1987): Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes (H2).- Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [10] Dierschke M. (2014): Methodischer Ansatz zur Quantifizierung von Feinpartikeln (PM63) in Niederschlagsabflüssen in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche.- Dissertation, TU Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- [11] Dierschke, M., Welker, A. (2015): Bestimmung von Feststoffen in Niederschlagsabflüssen.- gwf Wasser Abwasser 04/2015: 440 – 446.
- [12] LfU Bayern, Referat 66 (2008): Prüfkriterien zur Beurteilung von Anlagen zum Rückhalt von Metallionen aus Niederschlagsabflüssen von Metalldächern - Festlegung von Regenspenden und Prüfdauern. Augsburg, 06.05.2008
- [13] NJDEP (2013): Laboratory Protocol to Assess Total Suspended Solids Removal by a Hydrodynamic Sedimentation Manufactured Treatment Device, January 25, 2013.- New Jersey Department of Ecology, New Jersey.

Tabelle: Detaillierte Prüfergebnisse Hydroshark DN 1000 bis DN 2500 [Dierkes, persönliche Mitteilung]

Hydroshark 1,0 m								
anschließbare Fläche gemäß DIBt-Anforderungen:					2000 m ²			
Regenspende l/(sxha)	Zufluss l/s	Volumen l	Eintrag kg	Zulauf mg/l	Ablauf mg/l	Rückhalt %	Zulauf kg	Ablauf kg
2,5	0,5	14400	50,0	3472	457	86,9	50,0	6,6
6	1,2	14400	33,3	2315	351	84,8	33,3	5,1
25	5,0	14400	16,7	1157	323	72,1	16,7	4,7
100	20,0	16000	0,0	0	13	-	0,0	0,2
Summe			100,0			83,6	100,0	16,4
Hydroshark 1,5 m								
anschließbare Fläche gemäß DIBt-Anforderungen:					4000 m ²			
Regenspende l/(sxha)	Zufluss l/s	Volumen l	Eintrag kg	Zulauf mg/l	Ablauf mg/l	Rückhalt %	Zulauf kg	Ablauf kg
2,5	1,0	28800	50,0	1736	138	92,1	50,0	4,0
6	2,4	28800	33,3	1157	167	85,6	33,3	4,8
25	10,0	28800	16,7	579	146	74,8	16,7	4,2
100	40,0	27000	0,0	0	8	-	0,0	0,2
Summe			100,0			86,9	100,0	13,1
Hydroshark 2,0 m								
anschließbare Fläche gemäß DIBt-Anforderungen:					8000 m ²			
Regenspende l/(sxha)	Zufluss l/s	Volumen l	Eintrag kg	Zulauf mg/l	Ablauf mg/l	Rückhalt %	Zulauf kg	Ablauf kg
2,5	2,0	57600	50,0	868	82	90,6	50,0	4,7
6	4,8	57600	33,3	579	92	84,1	33,3	5,3
25	20,0	57600	16,7	289	82	71,7	16,7	4,7
100	80,0	27000	0,0	0	8	-	0,0	0,2
Summe			100,0			85,1	100,0	14,9
Hydroshark 2,5 m								
anschließbare Fläche gemäß DIBt-Anforderungen:					12500 m ²			
Regenspende l/(sxha)	Zufluss l/s	Volumen l	Eintrag kg	Zulauf mg/l	Ablauf mg/l	Rückhalt %	Zulauf kg	Ablauf kg
2,5	3,1	22500	12,5	556	48	91,4	12,5	1,1
6	7,5	22500	8,3	370	58	84,3	8,3	1,3
25	31,3	19440	4,2	214	55	74,3	4,2	1,1
100	50,0	8000	0,0	0	8	-	0,0	0,1
Summe			25,0			86,1	25,0	3,5

Anlage 3: Prüfbericht zur Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und des stofflichen Rückhaltevermögens der Niederschlagswasserbehandlungsanlage Hydroshark DN 1500 gemäß des Trennerlass NRW [IKT 2020]

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: Versuchparameter 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 Prüfredenspende]

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: Versuchsparemeter 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 Versuchsdauer	[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.

Anlage 4: Kontroll- und Wartungsprotokolle im Zeitraum vom 19.7.2019 bis 12.11.2020

Überwachungsprotokoll									
Gebiet		Feldtestanlage, Magirus Straße 1, Gussenstadt							
Hersteller		3P Technik		Produkt		Hydroshark 1000			
Datum		19.07.2019	02.08.2019	15.08.2019	30.08.2019	12.09.2019	27.09.2019	11.10.2019	25.10.2019
Anlage	Anlage in Betrieb	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Rückstau/Überstau	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Bemerkungen								
Sichtprüfung	Anlage geöffnet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schwimmstoffe	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schlammfang	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen
	Sichtprüfung Zu-/Ablauf	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Bemerkungen	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
	Wartung/Reir	Höhe des Schlammspiegels [cm]	< 0,5	< 0,5	0,5	0,7	0,9	2	3,5
Reinigung erforderlich		Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Wartung erforderlich		Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Regenereignis	Beobachtung allgem.								
	Bemerkungen								
	geprüft	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM RH	JB und NM
								Hydr. Prfg. Durchgeführt . iO	
Überwachungsprotokoll									
Gebiet		Feldtestanlage, Magirus Straße 1, Gussenstadt							
Hersteller		3P Technik		Produkt		Hydroshark 1000			
Datum		08.11.2019	21.11.2019	06.12.2019	20.12.2019	09.01.2020	06.02.2020	20.02.2020	06.03.2020
Anlage	Anlage in Betrieb	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Rückstau/Überstau	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Bemerkungen								
Sichtprüfung	Anlage geöffnet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schwimmstoffe	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schlammfang	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen
	Sichtprüfung Zu-/Ablauf	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Bemerkungen	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
	Wartung/Reir	Höhe des Schlammspiegels [cm]	5	6	6,5	7	7	7,5	8
Reinigung erforderlich		Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Wartung erforderlich		Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Regenereignis	Beobachtung allgem.								
	Bemerkungen								
	geprüft	JB und NM	JB und NM	JB und NM RH	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM	JB und NM RH
				Hydr. Prfg. Durchgeführt . iO					Hydr. Prfg. Durchgeführt . iO

Überwachungsprotokoll									
Gebiet		Feldtestanlage, Magirus Straße 1, Gusse nstadt							
Hersteller		3P Technik		Produkt		Hydroshark 1000			
Datum		03.04.2020	04.05.2020	01.06.2020	30.06.2020	27.07.2020	07.08.2019	14.08.2020	17.09.2020
Anlage	Anlage in Betrieb	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Rückstau/Überstau	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Bemerkungen								
Wartung/Reinigung/Sichtprüfung	Anlage geöffnet	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schwimmstoffe	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Sichtprüfung Schlammfang	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen	gemessen
	Sichtprüfung Zu-/Ablauf	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
	Bemerkungen	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
	Höhe des Schlammspiegels [cm]	8,5	9	10	10	10,5	11	11	11,5
Wartung/Reinigung/Sichtprüfung	Reinigung erforderlich	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Wartung erforderlich	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtung allgem.								
Regeneignis	Bemerkungen	keine	keine	keine	keine	keine	sehr starker Regen	sehr starker Regen	
	geprüft	JB und NM	JB und NM	JB und NM/RH	JB und NM	JB und NM/RH	JB und NM	JB und NM	JB und NM
				Hydr. P.rfg. Durchgeführt . iO		Hydr. P.rfg. Durchgeführt . iO			

Überwachungsprotokoll									
Gebiet		Feldtestanlage, Magirus Straße 1, Gusse nstadt							
Hersteller		3P Technik		Produkt		Hydroshark 1000			
Datum		06.10.2020	12.11.2020						
Anlage	Anlage in Betrieb	ja	ja						
	Rückstau/Überstau	nein	nein						
	Bemerkungen								
Wartung/Reinigung/Sichtprüfung	Anlage geöffnet	ja	ja						
	Sichtprüfung Schwimmstoffe	ja	ja						
	Sichtprüfung Schlammfang	gemessen	gemessen						
	Sichtprüfung Zu-/Ablauf	ja	ja						
	Bemerkungen	keine	keine						
	Höhe des Schlammspiegels [cm]	13	10,5 (mit Zolls tock statt Schlammteiler gemessen)						
Wartung/Reinigung/Sichtprüfung	Reinigung erforderlich	Nein	Nein						
	Wartung erforderlich	Nein	Nein						
	Beobachtung allgem.								
Regeneignis	Bemerkungen	keine	Wartung und Schlammfang-reinigung durchgeführt						
	geprüft	JB und NM	Dr. Dierschke; JB und NM						