



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft



Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung
und Umwelt



Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen

Übersicht verfügbarer Anlagen

Stand 09/2015

3. überarbeitete Auflage

1. Auflage:

Erstellung dieser Zusammenstellung im Rahmen des EU Interreg IIIB Vorhabens „Urban Water Cycle“ im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Freien und Hansestadt Hamburg, 2009

2. Auflage:

Überarbeitung der Broschüre im Rahmen des Projektes „Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen“, gefördert durch das Land Berlin im Rahmen des Umwelt Entlastungs-Programms Berlin und mit Mitteln des EU EFRE Fonds (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung), mit freundlicher Genehmigung der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Freien und Hansestadt Hamburg, 7/2014

3. Auflage:

Ergänzung der Broschüre mit Erfahrungen aus dem Projekt „Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen“, gefördert durch das Land Berlin im Rahmen des Umwelt Entlastungs-Programms Berlin und mit Mitteln des EU EFRE Fonds (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung), 9/2015

Auch zum download unter:

http://www.sieker.de/daten/download/DSWT/Broschüre_Dezentrale_Regenwasserbehandlung.pdf

Bearbeiter:

Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

Dr. Harald Sommer

Dipl.-Ing. Mike Post

Dipl.-Ing. Franklin Estupinan

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Anlagentypen	1
Versickerungsanlagen	4
INNODRAIN	5
D-Rainclean	7
BIRCOpur	8
DRAINFIX CLEAN	9
MEA Clean/ Vivo Channel	10
Hydrosystem/ Hydroclean/ Eurofiltrator/ Hydro Filt	11
FiltaPex	13
SediPipe/ SediSubstrator	14
Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter	15
Up-Flo Filter	16
ViaPlus Substratfilter	17
Purasorp	18
Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF	19
Sickerschachteinlagen	20
Budavinci	21
CENTRIFOEL/AQUAFOEL	22
RigoClean	23
Separationsstraßenablauf Combipoint	24
INNOLET Filterpatrone	25
INNOLET-G Filterpatrone	26
ENVIA-CRC	27
GIGANT-Filtersack	28
Lamellenklärer ViaTub	29
Galaxie/ OLEOTOP	30
Zusammenfassung und Vergleich der Anlagen	31
Anstatt einer Empfehlung ...	37
Prüfverfahren	38
DIBt: Bauartzulassung Anlagen vor Versickerung	38
Prüfung nach Trennerlass NRW	40
Quellen	40

Einleitung

Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass jede vermeidbare Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktionen unterbleibt. Dies gilt auch für die Einleitung von Niederschlagswasser.

Häufig wird Niederschlagswasser, das nach Fassung in einem Kanal definitionsgemäß Abwasser ist, in einem separaten Kanalnetz für Regenwasser gesammelt und ohne Behandlung in ein Gewässer eingeleitet. Bei diesem sogenannten Trennsystem wird das Ziel verfolgt, den gering verschmutzten Anteil des Abwassers (Niederschlagswasser) vom hoch verschmutzten Anteil (Schmutzwasser) zu trennen. Dabei wurde in der Vergangenheit unterstellt, dass die Einleitung des Niederschlagswassers für das Gewässer unbedenklich ist. Inzwischen zeigt sich, dass dieser Ansatz nicht immer richtig ist.

Einerseits nimmt der Schadstoff- und Nährstoffeintrag aus den Kläranlagen dank Verfahrensoptimierungen immer weiter ab. Andererseits werden durch das Trennsystem und die direkte Einleitung von Niederschlagswasser erhebliche Mengen an Schadstoffen eingetragen, die im Wesentlichen durch die Verkehrsentwicklung bedingt sind. Dieser „diffuse“ Eintrag von Schadstoffen stellt gegenwärtig den Großteil der Gewässerbelastung z.B. bei Schwermetallen dar.

Seit einigen Jahren wird deshalb zwischen „nicht behandlungsbedürftigem“ und „behandlungsbedürftigem“ Niederschlagswasser unterschieden. Behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser stammt überwiegend von Verkehrsflächen, die nach Angaben des Statistischen Bundesamtes [DESTATIS, 2005] annähernd 50% der versiegelten Flächen in Deutschland ausmachen. Der Schadstoffeintrag von Wohn- oder Gewerbeflächen ist dagegen, bis auf Ausnahmen, weitaus

geringer. Daher steht die Behandlung von Niederschlagswasser von Verkehrsflächen zunehmend im Fokus.

Anlagen zur Regenwasserbehandlung werden bislang überwiegend „zentral“ am Auslass der Kanalisation angeordnet, die unterschiedlich belastete Flächen (Straßen, Gewerbeflächen, Wohngebiete etc.) gemeinsam entwässert. Am Auslass fällt damit „vermisches“ Niederschlagswasser in großer Menge, aber mit nur mäßiger Verschmutzung an. Dieses zu behandeln erfordert große Anlagen, ist teuer und nicht effizient. Zudem fehlt oft, insbesondere in Städten, der notwendige Platz. Effektiver wäre es, das verschmutzte Straßenabwasser ortsnah vor Einleitung in das Trennsystem zu reinigen.

Diesem Gedanken folgend wurden in den letzten Jahren Reinigungssysteme für den dezentralen Einsatz, insbesondere für Straßenablaufwasser, entwickelt. Die Bandbreite reicht von Filtern direkt im Straßenablauf (Gully) bis zu Anlagen, die den Abfluss von Flächen bis zu einer Größe von 5.000 m² zusammenfassend reinigen.

Im nachfolgenden Text werden bis zum Frühjahr 2014 entwickelten und auf dem Markt befindlichen Systeme zur dezentralen Reinigung von Straßen vorgestellt und hinsichtlich Wirkungsweise, Leistung und Kosten verglichen.

Eine Anwendung auf privaten Flächen ist grundsätzlich, je nach Reinigungsbedürftigkeit, auch möglich. Nicht berücksichtigt werden bislang Einträge aus Pestiziden von Dachflächen und Fassaden. Dazu sind Maßnahmen der Vermeidung der Verwendung dieser Schadstoffe erforderlich, da eine Rückhaltung mit derzeit zur Verfügung stehenden Technologien nicht möglich ist.

Anlagentypen

Einteilung der Anlagen in Anwendungsbereiche und Funktionsweisen

Die betrachteten Systeme unterscheiden sich z. T. erheblich. So ist eine fachliche Unterteilung schwierig. Sie kann z. B. nach Einsatzort oder

Funktionsweise erfolgen. Die Übergänge sind fließend, da die Anlagen oft nicht nur ein Reinigungsprinzip verfolgen, sondern mehrstufig sind und auch die Einbauweisen variieren können. Folgende Anlagen werden in dieser Broschüre näher betrachtet:

Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung hinsichtlich ihrer Funktionsweise

Produkt	Funktionsweise	Retention	Wird auf definierte Jährlichkeit bemessen	Feinsiebung (Maschenweite kleiner 5 mm)	Sedimentation	hydrodynamische Abscheidung	Leichtflüssigkeitsabscheidung	Filtration	Rückhaltung gelöster Schwermetalle
Versickerungsanlagen									
INNODRAIN									
D-Rainclean									
BIRCOpur									
DRAINFIX CLEAN									
MEA Clean/ Vivo Channel									
Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt									
FiltaPex									
SediPipe/ SediSubstrator									
Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter									
Up-Flo Filter									
ViaPlus Substratfilter									
Purasorp									
Schwermetall- Adsorptionsfilterschicht ESAF									
Sickerschachteinlagen									
Budavinci									
CENTRIFOEL/ AQUAFOEL									
Rigo-clean									
Separationsstraßenablauf Combipoint									
INNOLET Filterpatrone									
INNOLET G Filterpatrone									
ENVIA-CRC									
GIGANT Filtersack									
Lamellenklärer ViaTub									
Galaxie ⁽¹⁾ / Oleotop								<p>2</p>	

Bei den genannten Namen kann es sich um geschützte Markennamen der Hersteller handeln. Die Verfahren dienen der Reinigung vor einer anschließenden Versickerung in das Grundwasser oder vor der Einleitung in ein Regenwasserkanal bzw. Oberflächengewässer. Hierbei sind folgende Wirkungsweisen zu unterscheiden:

- Sedimentation im Straßenablauf oder gesonderten Bauwerken
- Filtration durch Versickerung durch den Oberboden (belebte Bodenzone)
- Filtration durch technische Substrate im Straßenablauf oder Bauwerken
- Verbesserte Sedimentation und Leichtstoffabscheidung in Bauwerken

Grenzen des Vergleichs

Die aufgeführten Verfahren unterscheiden sich - zum Teil erheblich - hinsichtlich ihrer Bemessung, Funktion und Einbauweise, Reinigungsleistung und der Kosten. Versickerungsanlagen werden, im Gegensatz zu anderen Anlagen, gezielt nach DWA A138 auf einen bestimmten Bemessungsregen dimensioniert.

Vielfach sind die Angaben der Hersteller/ Lieferanten unvollständig. Für viele Typen liegen noch keine unabhängigen Praxisergebnisse vor. Vielfach gibt es Laboruntersuchungen der Hersteller. Einige Anlagen haben eine DIBt-Zulassung für die Anwendung vor Versickerung. Allerdings fehlt es bislang auch an einem Prüfverfahren für Anlagen vor Einleitung in Gewässer. Zudem befinden sich einige Systeme in der Entwicklung und sind noch nicht ausgereift. Hier sind Veränderungen (Optimierungen) zu erwarten.

Prinzipiell ist es auch möglich mehr Fläche, als vom Hersteller angegeben, an eine Anlage anzuschließen, allerdings wird dann auch die Reinigungsleistung sinken.

Verfahren

Die Systeme sind baulich sehr unterschiedlich. Das Spektrum reicht von bepflanzten Mulden über technische Einbauten in vorhandene Systeme bis hin zu größeren nachrüstbaren Schachtbauwerken.

Reinigungsleistung

Entsprechend der unterschiedlichen Wirkungsweisen ist es einleuchtend, dass die Reinigungsleistung variiert. Zu den Anlagen liegen von den Herstellern oft nur Ergebnisse aus (nicht normierten) Laborversuchen vor. Aussagekräftige in situ Untersuchungen an eingebauten Objekten sind eher selten. Auch wenn diese vorliegen, ist ein Vergleich meist schwierig, da die Daten unter unterschiedlichen Randbedingungen erhoben wurden. Gerade Anlagen zur Behandlung von

Niederschlagswasser müssen im realen Betrieb mit großen Mengenschwankungen und intermittierenden Schadstoffbeschickungen umgehen. Untersuchungsprogramme sind aufwendig und werden selten durchgeführt. Im Laborversuch sind vergleichbare Verhältnisse nur schwer nachzubilden. Die hier angegebenen Zahlen sind somit als Richtwerte zu verstehen und die Entstehung der Messwerte zu berücksichtigen.

Ist die geforderte Reinigungsleistung niedriger als die von der Anlage erreichbare, kann eventuell auch mehr Fläche angeschlossen werden.

Kosten

Der Vergleich der Kosten gestaltet sich ebenso schwierig. Einerseits fehlt es oft an eindeutigen Preisen der Hersteller. Die meist genannten Listenpreise für die Bauteile können nur als grober Anhaltspunkt für die Preisbildung dienen. Je nach Stückzahl und Rabattierung kann der Preis erheblich schwanken.

Ein wesentlicher - oft höherer - Anteil an den Kosten entfällt auf den Einbau. Dieser ist u.a. abhängig vom erforderlichen Aufwand (z. B. Umfang der Erdbauarbeiten oder Umverlegung von Leitungen). Die Kosten können hier wiederum regional beträchtlich schwanken.

Im Weiteren sollten in einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung sämtliche Synergieeffekte die bei einem Neubau auftreten, z.B. Straßenbau und den Entwässerungsleitungen eingerechnet werden. Das gilt vor allem bei Neubau und Sanierung.

Für eine detaillierte Auswertung sind die veröffentlichten Zahlen nicht ausreichend. Um unterschiedliche Verfahren vergleichen zu können, müssten bei allen Anlagentypen Beispielprojekte unter vordefinierten Bedingungen durchgerechnet werden. Dies ist aber hier nicht erfolgt. Bei den durchgeführten Projekten sind die Randbedingungen oft so unterschiedlich, dass Vergleiche nicht möglich sind. Dies ist bei der Kalkulation zu berücksichtigen.

Betriebs- und Wartungskosten sind ebenfalls als monetäre Vergleichsparameter angegeben. Auch hier ist die Datenlage unzureichend. Zum einen gibt es Herstellerangaben. Diese beruhen oft mehr auf Annahmen als auf Erfahrungswerten aus der Praxis. Je nach Betreiber und dessen Kostenstruktur können zudem die tatsächlichen Kosten erheblich schwanken. Zum anderen gibt es Erfahrungswerte aus durchgeführten Projekten. Da diese bislang oft als Pilotvorhaben und/oder Einzelmaßnahmen anzusehen sind, sind auch deren Kosten noch nicht relevant für den Regelfall. Grundsätzlich müssen alle Anlagen regelmäßig unterhalten und gewartet werden. Dabei fallen Kosten für Fahrzeuge und Personal sowie für die Abfallentsorgung an.

Versickerungsanlagen

Verfahren

Bei den Versickerungsanlagen wird anfallendes Niederschlagswasser über die belebte Oberbodenschicht versickert. Das Wasser wird an der Oberfläche und im Porenraum zwischengespeichert und gereinigt. Je nach Ausführung unterscheidet man zwischen:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Mulden-Rigolenversickerung

Bei der Flächenversickerung kann die Oberfläche aus Rasen, Schotterrasen, Rasengitterflächen, durchlässigen Betonpflastersteinen u.a.m. bestehen. Der Oberflächenbedarf beträgt circa 25% der angeschlossenen versiegelten Fläche. Die Muldenversickerung erfolgt in einer flachen bis 30 cm tiefen Mulde. Der Oberflächenbedarf beträgt 15-20% der angeschlossenen versiegelten Fläche. Bei der Mulden-Rigolenversickerung wird ein zusätzlicher unterirdischer Speicherraum zur Verfügung gestellt. Der Oberflächenbedarf verringert sich dadurch auf ca. 10% der angeschlossenen versiegelten Fläche.

Zusätzlich kann bei Böden mit geringer Durchlässigkeit nicht versickerbares Wasser aus der Rigole gedrosselt abgeleitet werden. Durch die Drosselung werden die nachfolgende Entwässerungsleitung und damit auch der Vorfluter hydraulisch entlastet. Eine Variante der Flächenversickerung stellt die Hangversickerung dar, die oft bei der Behandlung von Straßenabwasser Anwendung findet. Überschüssiges Wasser wird dann häufig über Gräben abgeleitet.

Die Einsatzbereiche sind vorzugsweise gering befahrene Verkehrsflächen. Aber auch stark belastete Verkehrsflächen können - bei entsprechender Dimensionierung und geeignetem Bodensubstrat - mit diesem System entwässert werden. Gegebenenfalls können dabei auch gedichtete Rigolen zum Einsatz kommen. Dadurch wird die Reinigungs- und Rückhalteleistung des

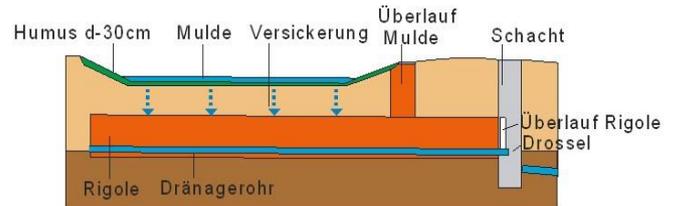


Abb. 2: Prinzipskizze Mulden-Rigolen-System [Grafik: IPS, 2008]

Verfahrens genutzt, die Versickerung ins Grundwasser jedoch vermieden. Es erfolgt dann i.d.R. eine Ableitung zum Gewässer oder in einen Regenkanal. Die gegenüber der reinen Muldenversickerung teureren Mulden-Rigolen-Systeme kommen meist bei Flächen zum Einsatz, auf denen eine reine Versickerung aufgrund der geringen Durchlässigkeit nicht möglich ist und/oder die vorhandenen Flächen nicht groß genug sind. Dort kann die Kombination von Versickerung mit gedrosselter Ableitung eine Lösung zur Bewirtschaftung des Niederschlagswassers darstellen.

Reinigungsleistung

Die Bodenpassage bewirkt einen weitgehenden Rückhalt von Schwebstoffen. Auch gelöste Verbindungen (z. B. Nährstoffe, organische Verbindungen, Schwermetallionen) werden deutlich verringert. Je nach Anteil der versickerten Wassermenge findet eine teilweise bis vollständige hydraulische und stoffliche Entlastung der Kanalisation oder des aufnehmenden Oberflächengewässers statt.

Im natürlichen Zustand bewirkt die belebte obere und die darunter folgende ungesättigte Bodenzone eine wirksame und dauerhafte Filterleistung. Schwermetalle werden durch Sorption, organische Bindung und chemische Fällungsprozesse im Boden angelagert. Dabei haben u.a. der Tongehalt und der Humusgehalt einen wichtigen positiven Einfluss. Im DWA Arbeitsblatt 138 [DWA A138, 2005] werden folgende Vorschläge gemacht, um die Bindungskapazität für Schwermetalle zu erhöhen:



Abb. 1: Mulden-Rigolenversickerung zur Straßenentwässerung in einem innerstädtischen Wohngebiet und einem Gewerbegebiet [Fotos: IPS]

- Erhöhung des Tonmineralgehaltes
- Erhöhung des Gehaltes an organischer Substanz
- Stabilisierung des pH-Wertes durch Zugabe von schwer löslichem Kalk

Bei Untersuchungen konnten für Zink Frachtrückhalte von mehr als 95 % im Oberboden einer Mulde beobachtet werden. Auch für Blei und Cadmium wurden erhebliche Stoffrückhalte beobachtet.

Organische Stoffe werden an den Oberflächen von Huminstoffen, Tonmineralen und Eisen- und Manganoxiden des Bodens gebunden. Daneben können diese mikrobiologisch abgebaut werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Abbauleistung mit steigendem Sauerstoff- und Nährstoffgehalt im Boden ansteigt [Sieker, 1997], [Sommer, 2007/2008].

Die Oberbodenschicht soll mindestens 30 cm betragen und eine deckende Begrünung (z. B. mit Rasen) aufweisen. Der Bewuchs sichert langfristig eine kräftige Durchwurzelung, Sauerstoffversorgung und Wasserdurchlässigkeit und damit auch den Schadstoffrückhalt des Bodens.

Kosten und Betrieb

Die Herstellungskosten für Mulden-Rigolen-Systeme liegen - je nach örtlichen Bedingungen - bei

12,50 - 30 €/m² befestigter Fläche. Die Kosten für reine Versickerungsmulden sind mit 5 - 7,50 €/m² deutlich niedriger.

Der Betriebsaufwand ist gering und umfasst in der Regel regelmäßige Sichtkontrollen, die Mahd des Bewuchses sowie evtl. die Reinigung der Rigole. Die Kosten hierfür wurden mit ca. 1 €/m² angeschlossener Fläche im Jahr ermittelt. Die durchschnittliche Nutzungsdauer von Versickerungssystemen beträgt 25-30 Jahre.

Referenzen

Versickerungssysteme sind allgemein anerkannt und haben sich bundesweit in zahlreichen Varianten sowohl im Straßenbereich als auch auf Gewerbe- und Privatflächen bewährt, so z. B. bei der Emscher Genossenschaft im Ruhrgebiet, in Berlin, Hamburg, Hoppegarten, Hannover, Chemnitz u.v.a.m.

Hersteller

Es gibt keine bestimmten Hersteller. Anlagen werden von Tief- bzw. Gartenbaubetrieben vor Ort erstellt. Die zugehörigen Bauteile (z. B. Versickerungselemente, Schächte etc.) können von unterschiedlichen Herstellern bezogen werden.

Funkt.: 	Wartung: 2x pro Jahr	A _{red} : beliebig	Kosten: 5 €/m ²
---	----------------------	-----------------------------	----------------------------

INNODRAIN

Verfahren

Eine Spezialform des Mulden-Rigolen-Systems ist das System *INNODRAIN*[®] der Fa. MALL. Es besteht aus vorgefertigten Betonelementen, die in oder neben der Straßenfläche eingesetzt werden und dort direkt das von der Straße abfließende Wasser aufnehmen.

INNODRAIN[®] ist folgendermaßen aufgebaut: Im unteren Teil befinden sich Sickerblöcke aus Kunststoff. Auf diesen wird, getrennt durch ein Vlies, das Filtersubstrat aufgebracht, das im Anschluss bepflanzt wird. Ein Notüberlauf sorgt bei starken Niederschlägen für die direkte Ableitung

zum Sickerblock. Von dort wird das Wasser, das nicht versickert werden kann, gedrosselt in die weiterhin angeschlossene Kanalisation weitergeleitet. Durch die Betonbauweise mit einer umfassenden senkrechten Betonkante verringert sich der Flächenbedarf auf ca. 5% der angeschlossenen befestigten Fläche. Somit bietet sich das System bei beengten Platzverhältnissen an. Integriert in den Straßenraum kann es - neben seiner Rückhalte- und Reinigungsfunktion - der Verkehrsberuhigung dienen. Der Einsatzbereich beginnt i. d. R. bei Böden mit einem Kf-Wert < 1*10⁶ m/s.



Abb. 3: INNODRAIN im Straßenraum [Fotos: IPS]

Reinigungsleistung

Untersuchungen zur Anlagenleistung ergaben:

- Schwermetalle werden bis zu 80-90% zurückgehalten
- Guter Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)
- Ammonium wird nahezu um 100% vermindert, der Nitratatablauf aber dementsprechend erhöht

Insgesamt ist die Reinigungsleistung vergleichbar mit einer Versickerung durch die belebte Bodenzone, allerdings mit verringertem Flächenbedarf [Sommer, 2007].

Kosten und Betrieb

Bei Straßenneubau sind etwa 50 €/m² entwässerter Fläche zu kalkulieren. Bei Nachrüstung im Bestand erhöht sich der Preis auf bis zu 70 €/m². Abzurechnen sind hiervon eventuelle Einsparungen beim Straßen- und Kanalbau. Die Baukosten

sind hier inbegriffen. Die reinen Investitionskosten liegen bei Neubau bei ca. 20-35 €/m². Im Bestand können die Kosten höher liegen.

Die Betriebskosten für INNODRAIN setzen sich aus den Kosten für die Pflanzenpflege und den Wartungskosten für die Rigole und Einbauten (z. B. Drosselschacht) zusammen. Sie werden mit 1-2 €/m²*a veranschlagt. Die durchschnittliche Nutzungsdauer von INNODRAIN wird mit 25-30 Jahren angegeben.

Referenzen

Dahlwitz-Hoppegarten bei Berlin, Chemnitz, Dortmund, Würzburg, Pforzheim, Bonn, Hamburg u.a.m.

Hersteller

MALL GmbH, Donaueschingen (www.mall.info)
 Funke Kunststoffe GmbH, Hamm (www.funkegruppe.de)

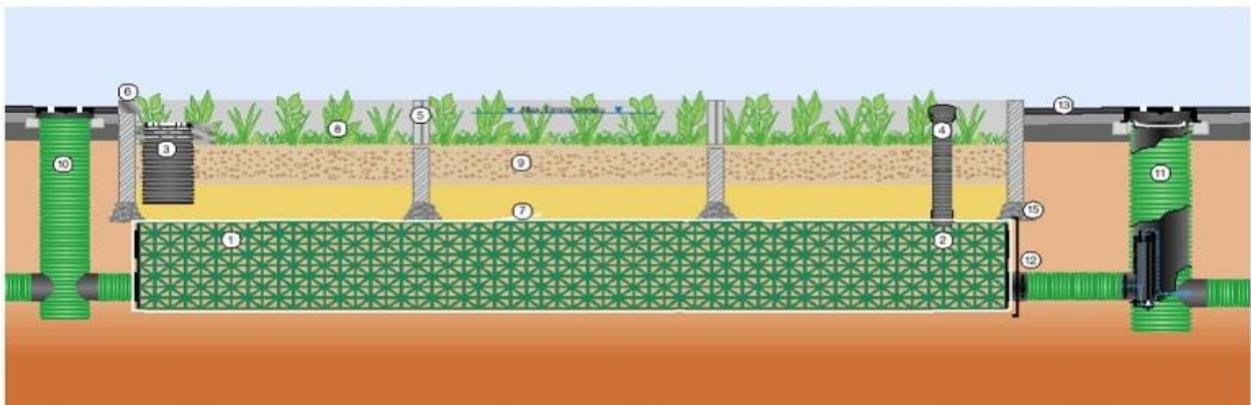


Abb. 4: Längsschnitt durch ein INNODRAIN®-Element [Fa. Mall: INNODRAIN®-Prospekt, 2006]

Funkt.:



Wartung: 2x pro Jahr

A_{red}: 250 - 400 m²

Kosten: 20 €/m²

D-Rainclean

Verfahren

Bei dem System *D-Rainclean*[®] der Fa. Funke handelt es sich um eine mit Substrat gefüllte, nach unten offene Kunststoff (Rinne). Das Regenwasser fließt der offenen oder mit einem befahrbaren Gitterrost abgedeckten Mulde oberflächlich zu. Die Reinigung erfolgt während der Passage durch ein spezielles Substrat. Das fil-

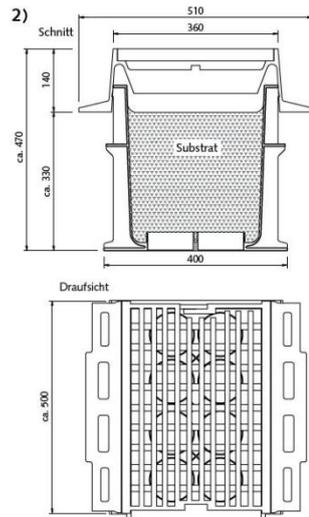


Abb. 5: D-Rainclean Sickermulde mit Gussabdeckung - Querschnitt und Draufsicht [Informationen der Fa. Funke, 2014]

trierte Wasser kann anschließend ins Grundwasser versickert oder, über eine unterliegende Drainage, in die Kanalisation bzw. Gewässer abgeleitet werden. Zur Verbesserung der Versickerungsleistung kann das System zusätzlich mit einer Rigole ausgestattet werden. Die Passage durch die Substratmischung entspricht bei *D-Rainclean*[®] nach Herstellerangaben der Funktion einer Muldenversickerung. Der Kf-Wert des Substrates beträgt $9 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Standzeit ist abhängig von der Verkehrsbelastung und wird mit 15-20 Jahren angegeben.

Ein Berechnungsbeispiel von Fa. Funke für einen



Abb. 6: D-Rainclean[®], mit Substrat gefüllte Versickerungsmulde [Information der Fa. Funke Kunststoffe GmbH, 2007]

Parkplatz mit einer Niederschlagshäufigkeit von $n = 0,2$ ergab bei $A_{\text{red}} = 590 \text{ m}^2$ Straßenflächen eine Rinnenlänge von 55 m, davon 27,5 m mit Abdeckung. Dies entspricht bei 0,3 m Rinnenbrei-

te einem Flächenbedarf von $28 \text{ m}^2 / 1000 \text{ m}^2$ bzw. 2,8 % der angeschlossenen Fläche. Das System besitzt eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Sie kann bei Neubau und Sanierung von Gehweg- und Straßenflächen angewandt werden. Nach Herstellerangaben ist das System für Verkehrsbelastungen von bis zu 15.000 Kfz/Tag geeignet.

Reinigungsleistung

Trotz des hohen Kf-Wertes besitzt das Substrat der D-Rainclean Sickermulde nach Herstellerangaben ein sehr hohes Reinigungsvermögen. Der Hersteller spricht von einer dauerhaften Einlagerung von Schwermetallen und Abbau von kleinen Ölmengen.

Kosten und Betrieb

Die Investitionskosten betragen für einen Meter Mulde inkl. Substrat und Gussrost KL D/ 40 t ca. 370 €. Für eine übliche Tropf-Sickermulde ohne Gussabdeckung beträgt der Preis ca. 130 €. Dies entspricht Kosten von 10 bis 30 €/m² zu entwässernde Fläche. Die Wartung der D-Rainclean Mulde umfasst eine jährliche Sichtkontrolle sowie die Entnahme von abgelagerten Grobstoffen. Für den ggf. notwendigen Austausch des Filtermaterials ist ein Saugwagen erforderlich. Neues Substrat muss dann wieder eingebracht werden. Die Kosten betragen etwa 50 €/m. Hinzu kommt der Aufwand für Geräte und Personal sowie für die Entsorgung des entnommenen Materials. Gegebenenfalls sind ein Schnitt der Bepflanzung sowie eine Inspektion der Rigole sowie weiterer Bauelemente erforderlich. Die Standzeit des Filtermaterials wird mit 15-20 Jahren in Abhängigkeit von der Belastung angegeben. Laut Hersteller liegen mittlerweile mehr als 10 Jahre Betriebserfahrung mit der D-Rainclean Mulde vor.

Referenzen

Auf der Homepage des Anbieters Funke werden zahlreiche Referenzen genannt, u.a. Berlin, Gießen, Weisweil, Münster, Kassel, Luckenwalde, Hallstadt (meist Verkehrsflächen in Wohngebieten oder Parkplätze)

Hersteller

Funke Kunststoffe GmbH, Hamm
(www.funkegruppe.de)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red} : variabel, 12 m²/lfm

Kosten: 10 - 30 €/m²

BIRCOpur

Verfahren

Bei dem System *BIRCOpur* der Fa. BIRCO handelt es sich um eine, mit einem modularen Filtersystem versehene, nach unten geschlossene Betonrinne. Sie ist in den Belastungsklassen A 15 bis F 900 (Schwerlast) zugelassen. Das Regenwasser fließt der offenen oder mit einem befahrbaren Gitterrost abgedeckten Rinne oberflächlich zu. Die Reinigung erfolgt in zwei Stufen: in der ersten



Abb. 7: BIRCOpur, Rinne mit modularem Filtersystem
[Quelle: Fa. BIRCO, 2014]

Stufe wird eine grobe Reinigung durchgeführt, in der zweiten Stufe fließt das vorgeereinigte Regenwasser durch ein spezielles Granulat. Das filtrierte Wasser kann anschließend versickert oder in die Kanalisation bzw. Gewässer abgeleitet werden. Die Firma BIRCO gibt bei *BIRCOpur* eine

Standzeit des Granulatfilterkissens von durchschnittlich 10 Jahren an. Grober Schmutz soll durch die vorhergehende Grobreinigung keinen Einfluss auf dessen Funktionsfähigkeit haben. Die Firma BIRCO gibt weiterhin an, dass mit einem Laufmeter Rinne eine Fläche von 20 m² entwässert werden kann. Als Einsatzbereiche werden private Grundstücke, Kommunen, Gewerbe- und Industrieflächen angegeben. Die Rinne *BIRCOpur* besitzt eine DIBt-Zulassung als Anlage für die Behandlung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen für die Versickerung.

Reinigungsleistung

Laut Birco erfolgt bei *BIRCOpur* eine zuverlässige Entfernung aller relevanten Schadstoffe (Angaben nach DIBt). Für MKW werden nach Zulassung Werte von größer 80% (im Laborversuch) angegeben.

Kosten und Betrieb

Preise für das System werden auf Anfrage angegeben. Die Wartung der Rinne *BIRCOpur* beschränkt sich auf die Entnahme von Grobstoffen aus der Absetzbox und Austausch des Filterkissens im Schnitt alle 10 Jahre. Praktische Erfahrungen mit der Standzeit des Granulats liegen bislang noch nicht vor.

Referenzen

Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), Berlin-Mahlsdorf; Audi Fertigung Münchmünster

Hersteller

BIRCO GmbH, Baden-Baden (www.birco.de)

Funkt.:



Wartung: k.A.

A_{red}: variabel, 20 m²/lfm

Kosten: k.A.

DRAINFIX CLEAN

Verfahren

Beim System DRAINFIX CLEAN der Fa. Hauraton handelt es sich um eine Retentionsfiltersubstratrinne, die durch Oberflächenfiltration, Absorption und Adsorption verschmutztes Wasser vor Ort reinigt, so dass es direkt versickern kann. Als trockenfallendes System bewirkt es zusätzlich einen biochemischen Abbau von organischen Stoffen. Einer Biokolmation wird durch die Vermeidung von Dauereinstau entgegengewirkt. Das System kann an Asphalt-, Beton- oder Pflasterflächen angeschlossen werden. Die Rinne ist in den Nennweiten 300 oder 400 mm erhältlich und bis zur Belastungsklasse F 900 (Schwerlast) zugelassen. Ein am Rinnenboden angeordnetes geotextilmanteltes PEHD-Drainagerohr (D=100 mm), nimmt das, durch ein Filtersubstrat mit hohem Carbonatgehalt gereinigte, Wasser auf.

Durch Retentionsvolumina von 75 bzw. 110 l je laufenden Meter werden nach Herstellerangaben gute hydraulische Leistungen erreicht. Das System wird gemäß den Berechnungsgrundlagen des Arbeitsblattes DWA-A 138 dimensioniert und kann sowohl für den Vollstrombetrieb ohne und den Teilstrombetrieb mit Überlauf bemessen werden.

Reinigungsleistung

Durch die Oberflächenfiltration lassen sich Partikel bis zu einer Größe von 6 µm zurückhalten. In Verbindung mit dem hohen Carbonatgehalt des Filtersubstrats wurden in Feldversuchen an einer vielbefahrenen Straße in Augsburg selbst im Winterbetrieb über 90 % der im Regenabfluss enthaltenen Schadstoffe dauerhaft zurückgehalten.

Dies ergab ein über zweijähriger Langzeitversuch des Ingenieurbüros BIOPLAN an einer vom LfU Bayern mit der Stadt Augsburg 1996 errichteten Versuchsanlage, die für diese Messungen ab April 2009 an einer Ausfallstraße genutzt wurde. Durch generellen Verzicht auf Straßenreinigung bei gleichzeitig hohem Tausalzeinsatz im Winterbetrieb konnten sehr hohe Fest- und Schadstoffbelastungen realisiert werden. Die ganzjährigen Versuche zeigen, dass das Filtersubstrat sowohl frost- als auch tausalzstabil ist. Bei einer Flächenbelastung oberhalb von 500 kg/(ha*a) sollte ein Filterflächenverhältnis größer 2 % gewählt werden, um Wartungsabstände von 10 Jahren zu gewährleisten. Bei zweijährigen Niederschlagsereignissen lassen sich dabei Flächenanschlussleistungen von 12 m² (DRCL 300) bzw. 18,5 m²

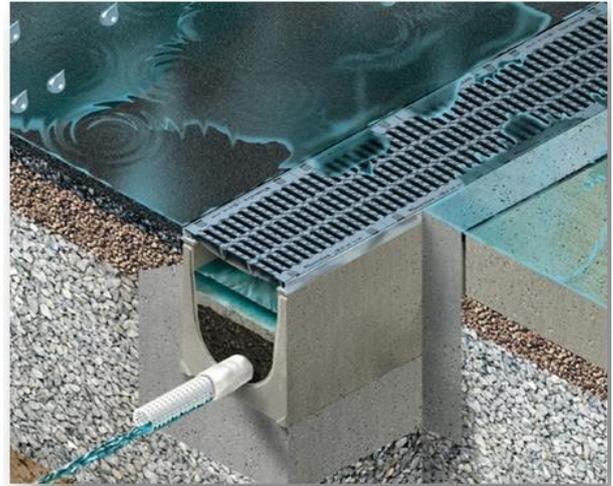


Abb. 8: Drainfix Clean, mit Substrat gefüllte Rinne [Quelle: Fa. Hauraton, 2013]

(DRCL400) realisieren. Bei kleineren Filterflächenverhältnissen müsste bei diesen Feststoffbelastungen dann, wie bei allen anderen Kleinfiltern auch, mit kürzeren Wartungsabständen zum Erhalt der Betriebsdurchlässigkeit gerechnet werden.

Kosten und Betrieb

Wie bei allen Systemen sind die Räumungsintervalle abhängig von der Feststoffbelastung. Bei einer Feststoffbelastung von 500 kg/(ha*a) lassen sich bei einem Filterflächenverhältnis von 2% laut Hersteller 10-jährige Wartungsabstände realisieren. Die Standzeit des Filtersubstrates beträgt nach Herstellerangaben mehr als 60 Jahre. Durch das Prinzip der Oberflächenfiltration wird bei der Wartung durch eine Schäl- und Absaughilfe der Filterkuchen und 2 cm des Filtersubstrats entfernt. Das entnommene Filtermaterial wird ersetzt. Dadurch lassen sich jährliche Wartungskosten von 14 Cent je m² Anschlussfläche (bei $A_f/A_u = 2\%$) realisieren.

Referenzen

Neubaugebiet Süd, Walldorf, Audi-Zentrum, Eching.

Hersteller

Hauraton GmbH & Co. KG, Rastatt
(www.hauraton.com)

Funkt.:



Wartung: 0,1 x pro Jahr

A_{red} : 12 bzw. 18 m²/lfm

Kosten: k.A.

MEA Clean/ Vivo Channel

Verfahren

Der MEA Clean/ Vivo Channel der Fa. MEA bzw. ENREGIS ist eine Filtersubstratrinne zur Behandlung von mineralölhaltigen Niederschlagsabflüssen. Sie eignet sich für stark frequentierte Park- und Verkehrsflächen. Das Wasser wird nach einer mechanischen Grobreinigung durch das ENREGIS/Biocalith® K- Substrat bzw. RCS Material geleitet, wodurch laut Hersteller organische und anorganische Schmutzfrachten zurückgehalten und abgebaut werden. Die Rinne ist 336 mm breit und in den Längen 500 und 1.000 mm erhältlich. Sie ist für die Belastungsklassen A 15 bis E 600 zugelassen. Das Biocalith®-RCS/K Substrat wird durch einen Geofilter und einen Abstandhalter innerhalb der aus glasfaserverstärktem Kunststoff bestehenden Rinne gehalten. Innerhalb des Filters werden Schadstoffe durch Filtration, Adsorption, Fällung und Komplexierung zurückgehalten. Das gereinigte Wasser läuft, nach dem Passieren der Filterschicht durch das Geotextil in eine Sammelleitung. Anschließend kann das gereinigte Wasser einer Versickerungsanlage oder einem Vorfluter zugeführt werden.

Reinigungsleistung

Der Hersteller gibt einen Rückhalt von Schwermetallen von über 99 % an. Bei AFS, PAKs und organischen Schmutzfrachten spricht der Hersteller von einer zuverlässigen Reinigung. Der Flächenbedarf beträgt ca. 1,5 % (1 lfm Rinne pro 25 m² versiegelter Fläche). Die Rücklösung bereits gebundener Schwermetalle unter Streusalzeinfluss wird vom Hersteller mit unter 0,01 % angegeben. Die Versickerungsleistung des Substrates wird mit $1-3 \cdot 10^{-3}$ m/s angegeben.

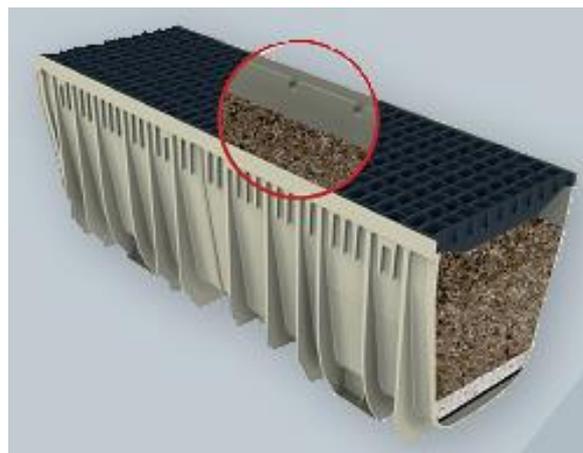


Abb. 9: MEA Clean/ENREGIS Vivo Channel, mit Substrat gefüllte Rinne [Quelle: Fa. ENREGIS, 2012]

Die DIBt-Zulassung wurde laut Datenblatt beantragt, lag aber zum Zeitpunkt der Recherche noch nicht vor.

Kosten und Betrieb

Die Standzeit der Rinne liegt laut Hersteller zwischen 20 und 25 Jahren. Die Wartungsintervalle sind abhängig von der Feststoffbelastung. Der Hersteller gibt eine gute Inspizier- und Spülbarkeit des Rinnensystems an.

Referenzen

Es liegen keine Informationen vor.

Hersteller

MEA AG, Aichach (www.mea-group.de)
ENREGIS GmbH, Arnsberg (www.enregis.com)

Funkt.:



Wartung: k.A.

A_{red}: 25 m²/lfm

Kosten: k.A.

Hydrosystem/ Hydroclean/ Eurofiltrator/ Hydro Filt

Verfahren

Bei den Filterschächten mit Wirbelabscheider der Firmen 3P Technik Filtersysteme, Rehau, *Eurofiltrator* und HUBER SE wird das verschmutzte Regenwasser vom Zuleitungskanalrohr kommend in den unteren Bereich des Schachtes radial eingeleitet. Hier findet in einem hydrodynamischen Wirbelabscheider die Sedimentation von Partikeln statt. Diese werden in einem Vorratsraum (Sedimentfalle) unter dem eigentlichen Filter aufgefangen und können bei Bedarf durch ein Saugrohr entfernt werden.

Über dem Wirbelabscheider befinden sich Filtersegmente (Edelstahl/Kunststoff), die mit unterschiedlichen Substraten befüllt werden können. *Eurofiltrator* bietet eine Variante mit Porenbeton an. Im Aufstrom wird das Wasser gefiltert und dabei ein Großteil der Fein- und gelösten Schadstoffe gebunden. Der Filter ist von oben rückspülbar und im Falle einer völligen Verschlämzung durch seine Modulbauweise leicht austauschbar. Durch einen getauchten Abfluss können zusätzlich aufschwimmende Leichtstoffe zurückgehalten werden. Der Schlammfang ist in der

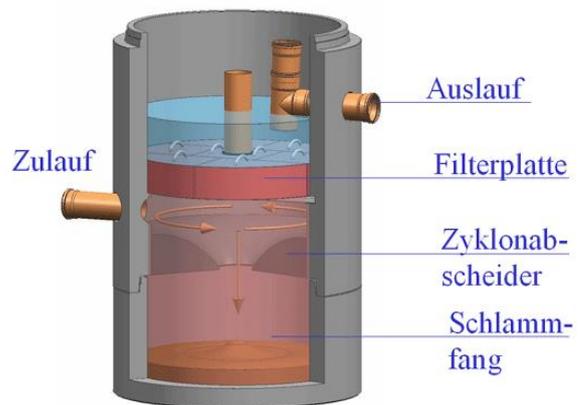


Abb. 10: *Eurofiltrator* Filterschacht in Betonausführung [Grafik Fa. *Eurofiltrator*, 2013]

für Dachflächen und von der Fa. *EUROFILTRATOR* für Straßenflächen vertrieben. Hier sind die Schächte und die Versickerungsstränge aus Beton gefertigt. Während von der Fa. HUBER Filterelemente geliefert werden, die mit einem reaktiven Filtermaterial gefüllt sind, werden von *Eurofiltrator* Filterelemente aus porösem Beton angeboten. Die Systeme der Hersteller unterscheiden

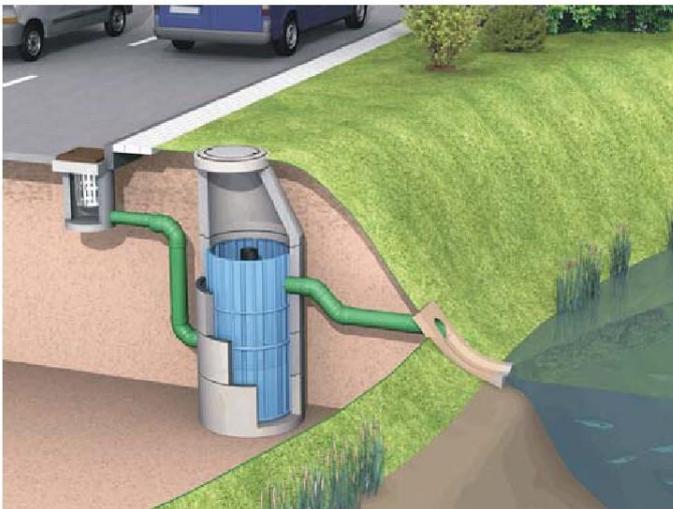


Abb. 11: Anwendung von *Hydrosystem* [3P Technik] in Kunststoffausführung mit nachgeschalteter Einleitung in ein Gewässer oder Versickerung mit *Hydroclean* [Grafik: Fa. REHAU AG, 2008]



Größe variabel und wird an die zu erwartenden Feststofffrachten im Regenabfluss angepasst.

Die Schächte sind in Kunststoff sowohl von 3P Technik Filtersysteme GmbH als auch von der Rehau AG in verschiedenen Ausführungen lieferbar. Die Kunststoffbauweise gewährleistet nach Herstellerangaben eine absolute Dichtigkeit. Die Ausführung der Filterelemente wird nach der erwarteten Belastung des zu behandelnden Niederschlagswassers ausgewählt. Unterschiedliche Filtermaterialien werden je nach Belastung angeboten. Die anschließbare Fläche pro Schacht liegt bei 500 – 1.000 m². Die zuvor entwickelte Variante mit Betonschächten wird von der Fa. HUBER

sich durch die Bauform im Anströmbereich, durch die eingesetzten Filtermaterialien und den Wirkungsweisen. Eine Zusammenfassung von mehreren Einheiten ist möglich. So sind auch Anlagen für größere Einzugsgebiete herstellbar. Der *EUROFILTRATOR* Filterschacht wird in den Schachtgrößen DN 1000 und DN 1500 für Flächen von 500 bis 1.000 m² angeboten und kann zusätzlich mit Rigolen zur Versickerung des gereinigten Regenwassers ausgestattet werden. Die Einsatzbereiche sind die Entwässerung von Dach- und Verkehrsflächen. Das gereinigte Wasser kann anschließend versickert oder in ein Oberflächen-gewässer abgeleitet werden.

Bei einer Nachrüstung im Bestand muss in der Regel die Leitungsführung umgebaut werden.

Reinigungsleistung

Es gibt mehrere Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des Verfahrens. So untersuchte u.a. die TU München die Reinigungsleistung. Die Betonschachtanlage mit vorgeschalteter Absetzrinne wurde an einer hoch belasteten innerstädtischen Straße (Mittlerer Ring) in München installiert. Die Konzentration des Niederschlagswasserabflusses für die Schwermetalle Zn, Cu und Pb im Maximum um ein Vielfaches über den für die Versickerung üblicherweise geforderten Werten. Die Rückhaltung lag bei ca. 70-80 % für den Filter [Hilliges, 2007]. Allerdings erfolgte der Grobstoffrückhalt bei diesem Versuch vorrangig in der Absetzrinne und nicht, wie vorgesehen, im Wirbelabscheider. [Gelhaus, 2009] Nach neueren Angaben von 3P Technik erreicht die Anlage von Typ „metal“ eine Senkung von mindestens 90% Zink und 98 % Kupfer (Laborwerte). Diese Werte werden von [Werker et al., 2011] bestätigt. Hierbei wurden in einem Laborversuch, der an die DIBt-Prüfungen angelehnt war, Rückhaltewerte von 97 % für Zink und Kupfer, 94 % AFS und 90 % MKW festgestellt.

Eine Untersuchung einer Anlage der Fa. 3P Technik (mit verbesserter Filtertechnik) an einer stark frequentierten Straße in Hamburg bestätigt die gute Reinigungsleistung des Systems. Die Wirkungsgrade für die Parameter abfiltrierbare Stoffe sowie die Schwermetalle Kupfer, Zink und Blei lagen im Mittel bei 90%. Auch Nährstoffe und Kohlenwasserstoffe wurden in etwa um diesen Faktor vermindert [Dierkes, 2008].

Der Filterschacht von *EUROFILTRATOR* bietet laut Hersteller einen sicheren Schadstoffrückhalt. Dies soll durch eine Stofftrennung aufgrund von Sedimentation, Filtration, Adsorption, chemischer Fällung und Komplexierung geschehen. Die Ausführungen des Filterschachtes *Hydroclean* und *Hydrosystem* haben eine DIBt-Zulassung.

Kosten und Betrieb

Von der Rehau AG und 3P Technik werden für die Kunststoffschachtvariante folgende Kosten angegeben: einbaufertiger Schacht bestehend aus RAUSIKKO *Hydroclean* inkl. Filterelement, A-WASCHACHT DN1000, Schachtkonus, Auflagering = 5.900 – 7.000 € inkl. Filterelemente. Die Filterelementkartuschen können ausgetauscht werden und werden von der Fa. Rehau zurückgenommen.

Die Kosten für die Betonschachtanlage der HUBER AG für Dachabläufe mit 500 m² bzw. 1.000 m² angeschlossener Fläche werden für DN1000 bzw. DN 1500 mit 6.000 – 8.000 € inkl. der Betonsickerrohre angegeben. Die sich daraus ergebenden flächenbezogenen Investitionskosten ohne Baumaßnahmen betragen somit ca. 4 - 12 €/m² angeschlossene Fläche.

Laut 3P Technik, Fa. Rehau und *EUROFILTRATOR* soll das *Hydrosystem* einmal jährlich gewartet werden. Die reale Standzeit der Filter ist abhängig von der Belastung und beträgt maximal 5 Jahre. Daraus ergeben sich geschätzte Betriebskosten von 350 – 600 €/a je nach Schachtgröße und angeschlossener Fläche. Die sich daraus ergebenden flächenbezogenen Betriebskosten belaufen sich auf 0,60 – 0,70 €/m² angeschlossener Fläche und Jahr. Rehau bietet einen Wartungsvertrag für 1.000 €/a an. Dieser umfasst die Reinigung des Schlammfangs und optional eine Rückspülung des Filters. Der Filteraustausch ist alle 6-10 Jahre durchzuführen.

Laut Fa. HUBER sollten die Filterelemente des *Hydro Filt*, mit vorgeschalteter Absetzrinne, mehrere Jahre wartungsfrei arbeiten, die Reinigung des Schlammfangs wird auf 8-10 Jahre angegeben.

Referenzen

Für die Anlagen liegen zahlreiche Referenzen aus unterschiedlichen Regionen vor u.a. Wohnanlage Berlin-Spandau (Gewerbefläche), Klinik München (Cu-Dach), Parkplatz Herford, Dachflächen und Parkplätze Cuxhaven, Bundesstraße 75 Hamburg, Dachfläche Kiama Council, Sydney, Bundesstraße HH-Harburg B75. Die genannten Referenzen beziehen sich auf die Produkte der Fa. 3P Technik und REHAU. Von der Fa. HUBER ist nur die Referenz aus dem Untersuchungsvorhaben am Mittleren Ring in München bekannt.

Hersteller

Hydrosystem: 3P Technik Filtersysteme GmbH, Donzdorf (www.3ptechnik.de)

Hydroclean: Rehau AG + Co, Rehau (www.rehau.de)

Eurofiltrator: Eurofiltrator e.K., Datteln (www.Eurofiltrator.de)

HUBER-*Hydro Filt*: HUBER SE, Berching (www.huber.de) (laut Aussage des Herstellers nicht mehr für Straßenablaufwasser)

Funkt.:



Wartung: 1 – 2x pro Jahr

A_{red}: 500 – 1.000 m²

Kosten: 4 - 12 €/m²

FiltaPex

Verfahren

Die Dr. Pecher AG bietet das System *FiltaPex* in den Ausführungen „Standard“, „Modular“ und „Individuell“ an. Das Modell Standard hat einen Leichtstoffabscheider, einen Sedimentationsraum und einen Raumfilter der sowohl Feinstpartikel als auch gelöste Schmutzstoffe z.B. Schwermetalle adsorbiert. Das Modell „Modular“ gibt es in der Version „I pur“, mit einem Leichtstoffabscheider und einem Sedimentationsraum. Daneben gibt es die Version „I plus“ mit einem zusätzlichen Raumfilter. Es ist möglich das Modell „Modular I pur“ mit einem Raumfilter nachzurüsten. Das Modell „Individuell“, kann nach Kundenwünschen konfiguriert werden. Das System *FiltaPex* der Dr. Pecher AG besteht aus einem Trennbauwerk mit Feststoffabtrennung, dem ein Filterschacht mit von unten angeströmtem Filter nachgeschaltet ist. Der Filter wird mit adsorptivem Material gefüllt. Es werden verschiedene Modelle mit verschiedenen Größen und max. anschließbaren Flächen angeboten.

Die Reinigung des Wassers erfolgt in drei Stufen. Im Zulaufbereich des Schachtes befindet sich eine Tauchwand die Leichtstoffe abscheidet, anschließend fließt das Wasser in einen strömungsberuhigten Bereich wo absetzbare Stoffe sedimentieren. In der dritten Reinigungsstufe werden in einem von unten nach oben durchflossenen Raumfilter gelöste Stoffe herausgefiltert. Die Filtersysteme sind in Schachtbauwerken DN 1400 (Modular) und DN 2200 bis DN 3400 (Standard) integriert. Die anschließbare Fläche liegt je nach Modelltyp zwischen 1 und 3 ha/Bauwerk.

Reinigungsleistung

Der behandelte Abfluss weist laut Hersteller eine Qualität auf, die eine direkte Einleitung in ein Gewässer zulässt. Das FiltaPex System ist heute in NRW uneingeschränkt für Verkehrsflächen der Kategorie II zugelassen, dies gilt auch für Flächen größer als 2000 m².

Der Hersteller gibt an, dass von dem behandelungspflichtigen Anteil ein Großteil an AFS, gelösten Schwermetallen und Leichtflüssigkeiten zurückgehalten werden. Es werden Filter mit ver-

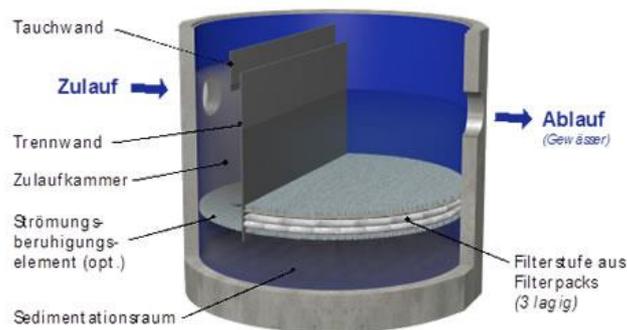


Abb. 12: FiltaPex Standard, Quelle:: Fa. Pecher, 2014

schiedenen Lagen eingesetzt, um Schwermetalle und Feststoffe zurückzuhalten. Optional können Bürsteneinsätze in den Lamellenabscheider als Faserschutz des Filters eingesetzt werden.

Kosten und Betrieb

Von der Pecher AG werden Kosten für ein Filtersystem *FiltaPex* von 10.000-15.000 € angegeben, an das 10.000-30.000 m² anschließbar sind. Daraus ergeben sich flächenbezogene Kosten von 0,50-1 EUR/m²: Hinzu kommen die Kosten für den Einbau. Der Hersteller gibt Reinigungsintervalle von einem Jahr an. Hierzu gehören die Wartung der Schlammsammelräume bzw. der Vorstufe mit Spülfahrzeugen und die Wartung des Filtersystems.

Es ist möglich Betriebsparameter wie die Durchlässigkeit des Filters in Echtzeit zu überwachen, um die Wartung zu optimieren.

Referenzen

Auf der Website des Herstellers finden sich mehrere Projekte, z.B.: Kreis Euskirchen (TOOM-Markt, Netto-Markt), Hagen (Parkplatz), Schwelm (Straße), Neuss (Straße), Odenthal (Schulparkplatz).

Hersteller

Dr. Pecher AG, Erkrath (www.pecher-technik.com)

Funkt.:



Wartung: 1 – 2x pro Jahr

A_{red}: 10.000-30.000 m²

Kosten: 0,50 - 1 €/m²

SediPipe/ SediSubstrator

Verfahren

Die *SediPipe* Produktfamilie der Fa. FRÄNKISCHE ROHRWERKE ist auf die Entfernung auch von feinen Feststoffen ausgelegt. *SediPipe* kommt durch eine optimierte Sedimentationsstrecke mit einem geringeren Bauvolumen als ein Regenklärbecken aus. Je nach Größe der Einzugsfläche bietet der Hersteller Sedimentationsstrecken (DN400 bis DN600) in einer Länge zwischen 6 und 24 m an. Der integrierte Strömungstrenner verhindert die Remobilisierung von gesammelten Feststoffen auch bei starkem Regen. Im Zielschacht ist ein Tauchrohr angeordnet, das vorhandene Schwimmstoffe zurückhält und somit Schutz im Havariefall vor Leichtflüssigkeiten bei Trockenwetter bietet. Die Anlage *SediPipe XL plus* bietet, mithilfe eines zusätzlichen Strömungstrenners Schutz vor Havarien mit Leichtflüssigkeiten auch bei Regenwetter.



Abb. 13: *SediSubstrator XL 600/12* vor einer Rigofill inspect Versickerungsanlage [Grafik: Fränkische, 2013]

Das System kann sowohl dezentral als auch semi-zentral eingesetzt werden. Der Einsatzbereich erstreckt sich von Dachflächen bis hin zu stark belasteten Verkehrsflächen und ist insbesondere für Flächen mit höherem Feststoffanteil geeignet. *SediPipe* wird in mehreren Größen für Anschlussflächen von 600 m² bis 45.000 m² angeboten. Es kann optional mit dem Produkt *SediSubstrator* um eine zusätzliche Adsorptionsstufe erweitert werden, wenn eine noch höhere Reinigungsleistung notwendig ist. Hierbei werden durch eine Adsorptionspatrone gelöste Schadstoffe wie Schwermetallen und PAKs sowie Öl entfernt. Der gängige Einsatzbereich ist die Behandlung von stark belasteten Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung des Wassers in den Unter-

grund. Es werden Anlagen verschiedener Baugrößen für Anschlussflächen von 340 m² bis 3.000 m² angeboten.

Reinigungsleistung

Untersuchungen des IKT Gelsenkirchen im Jahr 2012 bescheinigen dem System *SediPipe 600/12* eine AFS Rückhaltung von rund 88 %. Laut Untersuchungen der LGA Würzburg (2011) erreicht *SediPipe XL plus* einen Rückhalt von Leichtflüssigkeiten von >99,9 % (analog der Leistung eines Ölabscheiders der Klasse I DIN EN 858-1). *SediSubstrator XL* hat laut Hersteller in der Sedimentationsstufe 98% AFS_{fein}-Rückhalt. Mit zusätzlichen Adsorptionsstufe werden gelöste Schadstoffe und Leichtflüssigkeiten zurückgehalten.

Kosten und Betrieb

Das System *SediPipe* wird für unterschiedliche Anschlussgrößen geliefert. Die Kosten variieren dabei von 2.400 bis 18.000 €. Umgerechnet bedeutet dies Investitionskosten von ca. 2 €/m².

Der Hersteller empfiehlt für *SediPipe* je nach Größe der angeschlossenen Fläche ein 1- bis 3-jähriges Reinigungsintervall durch ein herkömmliches Kanalspülfahrzeug mit folgenden Schritten:

- Entleeren der gesamten im Dauerstau betriebenen Anlage durch Absaugen.
- Spülen der Sedimentationsstrecke mit Rotationsdüse bei gleichzeitigem Absaugen

Die empfohlenen Intervalle müssen bei hohen Sedimentbelastungen verkürzt werden. *SediSubstrator* wird ebenfalls in verschiedenen Größen geliefert. Die Kosten variieren zwischen 3.000 € und 30.000 €. Dies bedeutet Preise zwischen 6 und 10 €/m². Bei *SediSubstrator* erfolgt der Austausch des Adsorptionssubstrates SediSorp alle 4 Jahre. Im Zuge dessen erfolgt ebenfalls die Reinigung der Sedimentationsstrecke.

Referenzen

Neustraubing (Logistikterminal), Ingolstadt (Discounter), Kiel (Parkplatz Supermarkt), Gemeinde Adelsdorf/Gewerbegebiet.

Hersteller

FRÄNKISCHE ROHRWERKE Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, Königsberg (www.fraenkische.com)

Funkt.:



Wartung: 0,25-1 pro Jahr

A_{red}: 340 - 45.000 m²

Kosten: 1,50 - 10 €/m²

Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter

Verfahren

Das System Wavin *Certaro HDS Pro* der Fa. Wavin GmbH stellt eine kompakte Sedimentationsstrecke dar, die mit dem Wavin *Certaro Substratfilter* der selbigen Firma ergänzt werden kann, um gelöste Stoffe aus dem Niederschlagswasser abzutrennen. Beide Systeme werden in getrennten Schächten installiert.

Die hydrodynamische Wasserführung des Wavin *Certaro HDS Pro* führt laut Firmenangaben zu einer fünffach höheren Effektivität als eine konventionelle Sedimentationsstrecke, sodass bei der fünffach kompakteren Bauweise dieselbe Trennleistung erreicht wird. Die Beschickung erfolgt durch einen seitlich angebrachten Zulauf. Die Strömung wird spiralförmig nach unten und anschließend nach oben gelenkt, wobei sich partikuläre Materialien am unteren Ende der Anlage sammeln. Das partikelarme Regenwasser verlässt durch ein oberes Rohr die Sedimentationsstrecke. Im Wavin *Certaro Substratfilter* durchströmt das seitlich zulaufende Regenwasser den mittig angebrachten Filter radial und verlässt nach Herstellerangaben die Anlage mit einer deutlich verringerten Menge an gelösten Schadstoffen.

Das Wavin *Certaro HDS Pro* wird in verschiedenen Varianten angeboten, mit einer anschließbaren reduzierten Fläche zwischen 250 und 1.000 m².

Reinigungsleistung

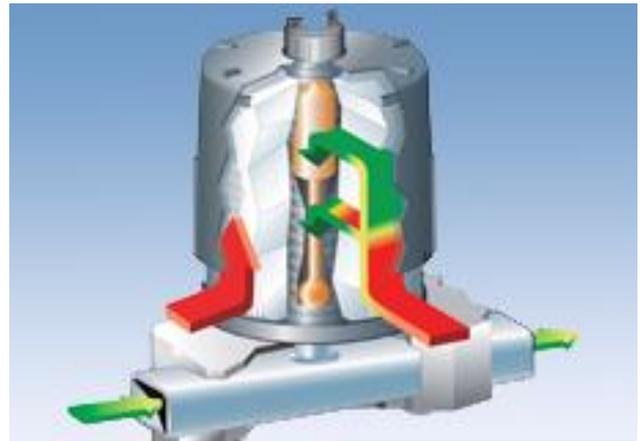
Die Reinigungsleistung des Wavin *Certaro HDS Pro* wird vom Hersteller mit 85 -96 % für AFS, je nach Zuflussvolumina und Partikelgröße angegeben. Diese Ergebnisse wurden laut Hersteller von der TU Delft, in den Niederlanden bestätigt.

Die Fa. Wavin gibt für den Wavin *Certaro Substratfilter* eine zuverlässige Entfernung von Schwermetallen und anderen Schadstoffen an, die durch den Einsatz unterschiedlicher Filtermaterialien erreicht werden soll. Unabhängige Messungen lagen nicht vor.

Kosten und Betrieb

Der Wavin *Certaro HDS Pro* kann in drei Größen für verschieden Fließgeschwindigkeiten von 5, 10

und 15 L/s, das Sedimentationsvolumen kann aus



5 Stufen gewählt werden. Dies reicht von 420 – 1200 L. Die Kosten liegen bei 3.490,00 € netto.

Der Wavin *Certaro Substratfilter* existiert in verschiedene Größen mit, je nach hydraulischen Gefälle, zwischen 42 und 68 cm Bauhöhe. Es können verschiedene Filtersubstrate einzeln, aber auch als Gemisch, je nach Belastungssituation genutzt werden.

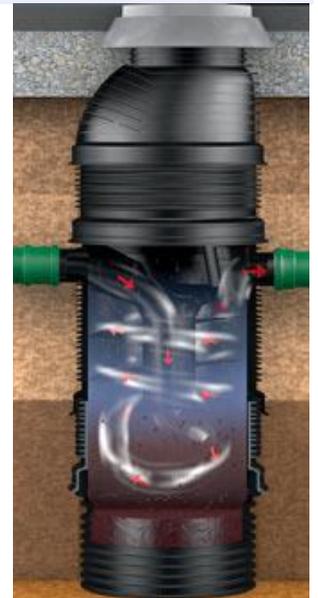


Abb. 14: Wavin *Certaro HDS Pro* und Wavin *Certaro Substratfilter* [Quelle: Technisches Handbuch Regenwasserbewirtschaftung Februar 2011, Fa. Wavin, 2013]

Referenzen

Auf der Website des Herstellers werden verschiedene Einsatzorte des INTENSIO-Konzepts genannt, in dem die beiden oben genannten Lösungen angewendet werden, u.a. AGFA Park, München; Audi Parkhaus N 39, Ingolstadt; BMW Group, Dingolfing; BMW Group, Regensburg, etc.

Hersteller

Wavin GmbH, Twist (www.wavin.com)

Funkt.:



Wartung: 4x pro Jahr

A_{red}: 250 - 1.000 m²

Kosten: 3,50 - 14 €/m²

Up-Flo Filter

Verfahren

Der *Up-Flo Filter* der Fa. Hydro International ist ein Filterschacht, der für verschiedene Einsatzbereiche entwickelt wurde. In Abhängigkeit von der zu erwartenden Schmutzfracht, können verschiedene Filtereinsätze verwendet werden, so z.B. Filtersand für die Filtration von Nährstoffen oder Perlite zum Binden von Leichtflüssigkeiten. Über einen Zulaufgitterrost läuft das Regenwasser seitlich und/oder von oben in den unteren Teil des Schachts. Das Wasser wird dort gesammelt und strömt langsam aufwärts. Dabei setzen sich grobe Verschmutzungen im Schlammfang ab. Leichtflüssigkeiten steigen an die Wasseroberfläche und werden durch den Bypass-Siphon mit schwimmfähiger Tauchwand vor dem Ablaufbereich zurückgehalten. Auf dem Weg nach oben, muss das verunreinigte Wasser ein Sieb mit 4 mm Siebbreite passieren, wo Grobstoffe abgetrennt werden, bevor es direkt in das Filtersystem fließt, welches aus einzelnen, herausnehmbaren Modulen besteht. Dort werden, je nach Filtereinsatz, verschiedene gelöste Schadstoffe zurückgehalten. Das Wasser tritt aus den Modulen aus und wird über den Ablaufbereich in das Abflussrohr geleitet.

Der *Up-Flo Filter* ist derzeit nicht auf dem deutschen Markt erhältlich, jedoch unterhält die Fa. Hydro International einen Vertrieb in Großbritannien.

Reinigungsleistung

Der *Up-Flo Filter* wurde durch die University of Alabama, USA im Labor und unter realen Bedingungen an einem Parkplatz getestet. Die Ergebnisse wurden auf einer Konferenz in Schottland im Jahr 2008 veröffentlicht. Die berichtete Abscheiderate von AFS liegt im Mittel bei rund 80 %. In einer Veröffentlichung der gleichen Universität vom Jahr 2009 wurde die Abscheiderate beim Test mit Sil-Co-Sil 106 im Labor bestätigt. Die Rückhalteraten für Schwermetalle werden vom Hersteller mit 72-79 % im Mittel angegeben. Dies basiert auf einer Studie der gleichen Universität aus dem Jahr 2005. Tests vom Hersteller besagen, dass die Trenneffektivität für Leichtflüssigkeiten bei günstigen hydraulischen Bedingungen oberhalb von 90 % liegt, unter sehr hoher hydraulischer Belastung sinkt dieser Wert auf rund 50 %. Zur Abscheiderate von PAKs, Ammonium und Phosphat konnten keine verifizierbaren Angaben gefunden werden.

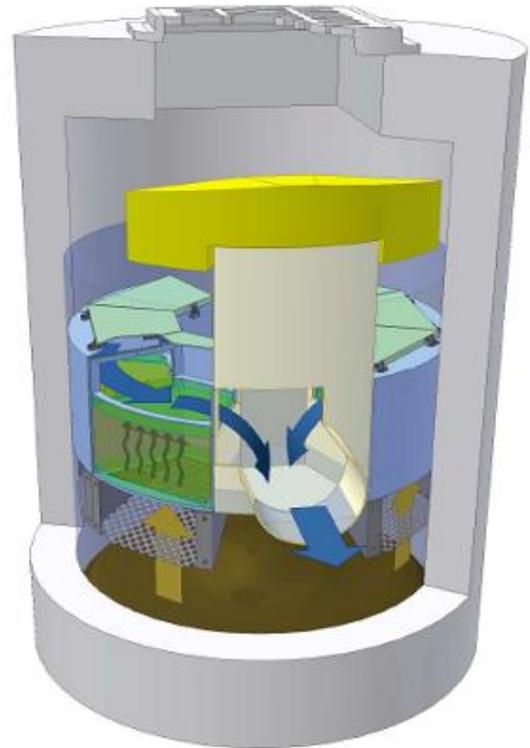


Abb. 15: *Up-Flo Filter*, Fa. Hydro International, 2008

Kosten und Betrieb

Da der *Up-Flo Filter* zurzeit noch nicht auf dem deutschen Markt angeboten wird, können momentan zu den Investitions- und Wartungskosten keine abschließenden Aussagen getroffen werden. Die Filter haben laut Hersteller eine lange Standzeit und können per Hand ausgetauscht werden. Der Schlammfang muss, je nach Feststoffeintrag entleert werden. Es ist davon auszugehen, dass eine Wartung mindestens einmal im Jahr durchgeführt werden muss.

Referenzen

Der Hersteller hat Referenzen in den USA, Großbritannien, Neuseeland und Australien.

Hersteller

Hydro International Stormwater & Wet Weather Division, Portland (USA) Hydro-Int., Clevedon (UK) (www.hydro-int.com)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red} : 500 – 2.000 m²

Kosten: k.A. €/m²

ViaPlus Substratfilter

Verfahren

Der *ViaPlus* der Fa. MALL ist ein mehrstufiger Substratfilter, der aus einem monolithisch vorgefertigten Schachtbauwerk (DN 1200) sowie herausnehmbaren Filtereinsätzen besteht. Die anschließbare Fläche beträgt je nach Typ 500 – 3.000 m².

Der äußere Behälter des *ViaPlus* ist aus bewehrtem Beton der Festigkeitsklasse C 35/45. Der Substratfilter arbeitet in 3 Stufen. Zunächst wird das Niederschlagswasser in den Hydrozyklon eingeleitet. Durch die tangentielle Wasserführung, werden Schmutz- und Schadstoffe bis zu einer Größe von 50 µm abgeschieden, sie gleiten an der Wandung hinab in den Schlammraum.

Das Wasser läuft über den Trichter und steigt auf bis zum inneren Behälter, bestehend aus Porenbeton mit einem Luftporenvolumenanteil von 18 %. In Stufe 2 werden abfiltrierbare Stoffe bis zu einer Größe von 0,45 µm durch den Porenbeton aus dem Regenwasser abgetrennt. Gleichzeitig ergibt sich ein Koaleszenzeffekt für die eingetragenen mineralischen Kohlenwasserstoffe. In der dritten Reinigungsstufe, dringt das Wasser nun in den mit Substrat gefüllten Porenbetonbehälter. Das Substrat adsorbiert gelöste und emulgierte Stoffe, bevor das nun gereinigte Regenwasser über den Spaltsiebzyylinder (Spaltweite 0,8mm) abfließt. Bei geringem Zufluss wirkt der Schwannenhals im Ablauf wie ein Stauwehr. Der Wasserspiegel steigt bis zum oberen Krümmer an, sodass bei geringem Zufluss immer der gesamte Filter benetzt ist. Bei ansteigendem Zufluss erfolgt langsam ein Stau in den Krümmer hinein. Bei maximalem Zufluss entsteht durch das dann vollständig gefüllte Fallrohr ein Sog, der die maximale Wassermenge durch den Filter saugt.

Reinigungsleistung

Zum bisherigen Zeitpunkt lagen noch keine Messergebnisse von Feldversuchen vor. Der Filter hat eine DIBt-Zulassung bis 3.000 m². Im Rahmen der Prüfung wurden folgende Abscheideraten ermittelt:

- ASF 93 %
- MKW 99 %
- Cu 90 %
- Zn 89 %

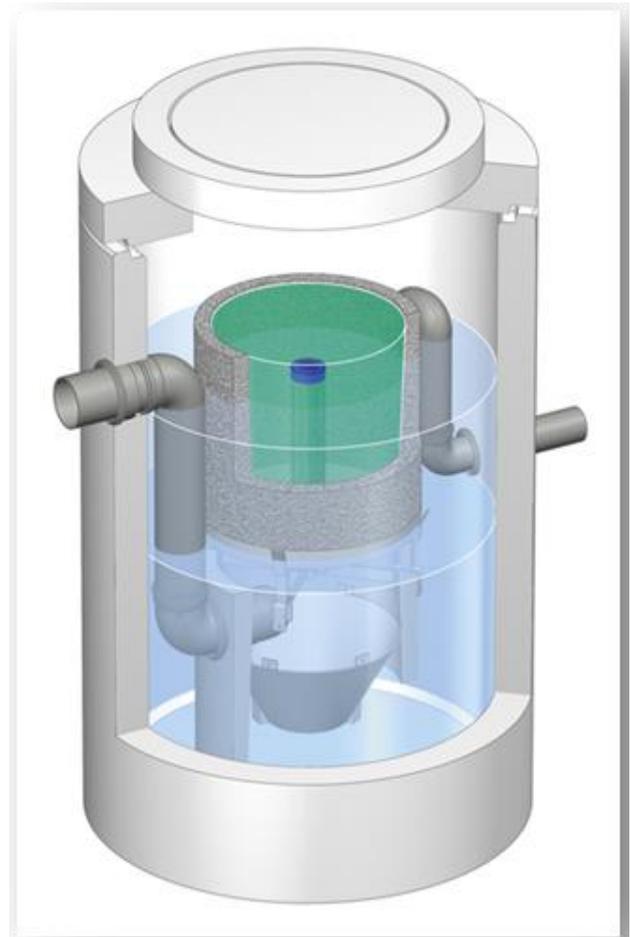


Abb. 16: *ViaPlus* Substratfilter (Quelle: Fa. Mall, 2013)

Kosten und Betrieb

Der Hersteller gibt für die Systeme *ViaPlus* 500 und *ViaPlus* 3000 Listenpreise von 4.170 €, bzw. 14.790 € an. Eine Sichtkontrolle ist vierteljährlich vom Betreiber durchzuführen. Zusätzlich muss eine jährliche Wartung durchgeführt werden und nach spätestens 4 Jahren (Regelbetrieb) muss der Filtereinsatz ausgetauscht werden.

Referenzen

Drei parallel geschaltete Anlagen vor der Einleitung in den Seddiner See an der B3, Seddin bei Berlin

Hersteller

Mall GmbH, Donaueschingen (www.mall.info)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red}: 500 – 3.000 m²

Kosten: 1,50 - 8 €/m²

Purasorp

Verfahren

Die Purasorp Adsorptionsfilteranlage der Fa. Wallner & Neubert setzt sich aus einem Schlammfangbehälter in Kompaktbauweise mit Vorfilter zusammen und einem angeschlossenen Betonringsickerschacht mit Aktivkohlefilter. Das Niederschlagswasser wird seitlich in die Anlage eingeführt. Direkt hinter dem Zulauf ist eine Prallplatte befestigt, die das anströmende Wasser beruhigt. Es folgt die Sedimentation von Feststoffen, die sich am Boden des Schlammfanges ablagern.

Der Schlammfangbehälter ist über zwei Rohre mit dem Sickerschacht gekoppelt. Das obere dient als Notüberlauf, das untere ist das Verbindungsrohr. Bevor das Wasser über das Verbindungsstück in den Sickerschacht gelangt, muss es die Filtertrommel passieren, die direkt mit dem Verbindungsrohr gekoppelt ist. Das Regenwasser strömt durch das Rohr direkt in die Filterpatrone des Sickerschachtes.

Die Filterpatrone besteht im oberen Bereich aus Feinfiltereinsätzen, an die sich ein Aktivkohlebett anschließt. Die Feinfiltereinsätze halten feine Feststoffe aus dem Wasser zurück und gewährleisten somit eine höhere Adsorptionsfähigkeit

des Aktivkohlebettes, in dem MKW und Schwermetalle adsorbiert werden. Das gereinigte Wasser fließt über eine kleine Auslassöffnung in den Sickerschacht und versickert von dort in den Untergrund.

Reinigungsleistung

Je nach Anlagengröße liegt die anschließbare Fläche zwischen 260 m² und 1330 m². Angaben zur Reinigungsleistung liegen nicht vor.

Kosten und Betrieb

Bei Erreichen der Grenzwerthöhe, ist der Schlammfangeinhalt zu entsorgen, das ist stark vom Feststoffeintrag abhängig, aber sollte mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Des Weiteren muss der Aktivkohlefilter ausgetauscht werden. Ein Intervall ist nicht angegeben.

Referenzen

Es liegen keine Informationen vor.

Hersteller

Wallner & Neubert GmbH, Wien (www.pwn.at)

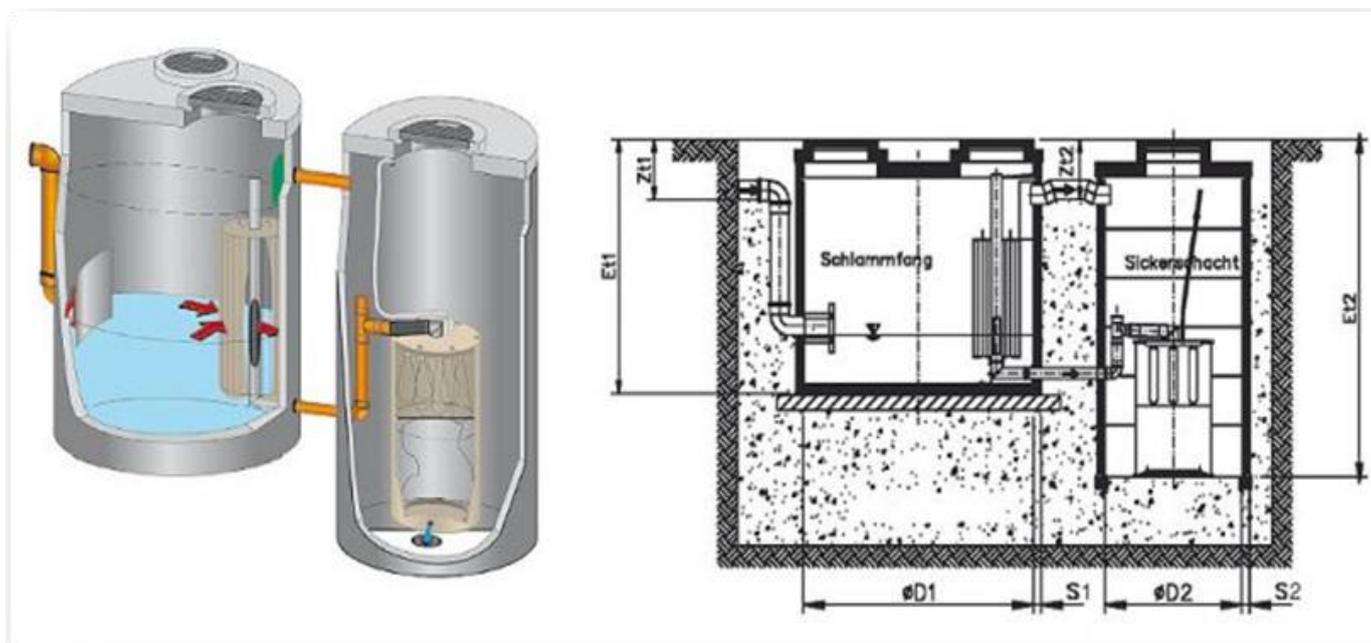


Abb. 17: Purasorp Adsorptionsfilteranlage, Quelle: Fa. Wallner und Neubert, 2013

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red} : 260 – 1.330 m²

Kosten: k.A.

Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF

Verfahren

Der *Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF* der Fa. ENREGIS ist eine Kombination aus Biofiltrations- und Adsorptionssubstraten. Zur Auslegung der einzelnen Behandlungsstufen kann ein Software- und Filterprogramm verwendet werden, das die optimalen Filteranpassungen, unter Berücksichtigung sämtlicher projektspezifischer Rahmenbedingungen vornimmt.

Aufbau und Funktion

Der Schacht besitzt eine Schwermetalladsorptionsstufe, welche als Ionenaustauscher bzw. Komplexierer im Aufstromverfahren arbeitet. Das verwendete Substrat ENREGIS/Biocalith K ist laut Hersteller in der Lage, Schwermetalle aus dem Regenwasser langfristig zu entfernen.

Reinigungsleistung

Laut Hersteller besitzt das Adsorptionsmittel Biocalith K eine hohe Reinigungsleistung und soll eine Wasserqualität sicherstellen, die eine Versickerung ermöglicht. Der Schacht ist variabel einsetzbar bei Flächen von 200 m² bis > 3.000 m². Streu- und Tausalzeinsatz haben laut Hersteller keinerlei Einfluss auf die Rücklösung bereits gebundener Schwermetalle.

Kosten und Betrieb

Die Verfahrensstufen werden projektspezifisch kosten- und leistungsoptimiert ausgelegt. Laut Hersteller erfolgt ein Substratwechsel ohne zusätzlichen Kostenaufwand. Die Standzeiten des Filters sind laut Hersteller individuell anpassbar von 2-20 Jahren.

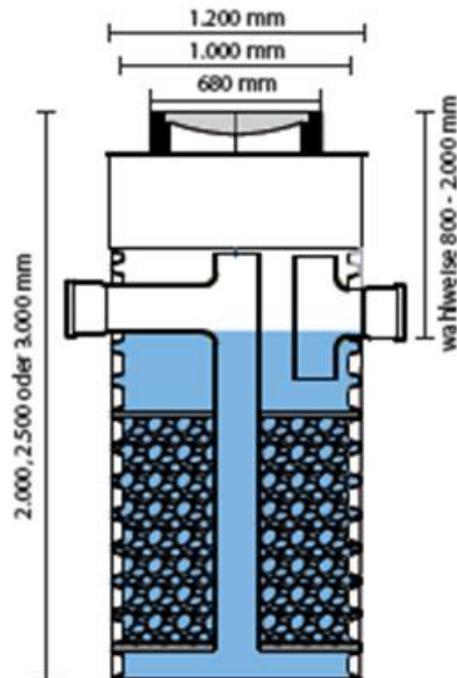


Abb. 18: Zeichnung des Schwermetall-Adsorptionsfilterschachts ESAF, Quelle: Fa. ENREGIS, 2013

Referenzen

Neubau Businesscenter, Langenargen Bodensee, Dach- und Straßenflächen in Unna.

Hersteller

ENREGIS GmbH, Arnsberg (www.enregis.de)

Funkt.:



Wartung: k.A.

A_{red}: 200 - 3.000 m²

Kosten: k.A.

Sickerschachteinlagen

Verfahren

Bei den *Sickerschachteinlagen* der Fa. Freylit handelt es sich um Adsorptionsfiltermatten zum Einbau in bestehende Sickerschächte. Die Matten setzen sich wie folgt von unten nach oben zusammen. Das Bodenvlies, ein Geotextil (Bauvlies Datex KN10125g), wird auf dem Boden des Sickerschachtes ausgelegt und an den Wänden nach oben geführt. Auf diesem Vlies wird ein Aktivkohlebett mit einer Schütthöhe von 200 mm aufgebracht, dabei wird das Filtrasorb200 der Fa. ChemvironCarbon verwendet. Über der Aktivkohle wird erneut ein Geotextilvlies eingebaut, welches ebenfalls an der Wand des Sickerschachts nach oben geführt und zusammen mit dem Bodenvlies, mittels eines verzinkten Stahlbandes am Sickerschacht befestigt wird, um ein Aufschwimmen der gesamten Matte zu verhindern. Das Deckvlies dient der Feinfiltration des Abwassers und schützt die darunterliegende Aktivkohle vor Verschmutzung und Verschlammung. Die Kohle bindet MKW und Schwermetalle. Zusätzlich ist eine Probenahmereinrichtung eingebaut.

Reinigungsleistung

Das Geotextilvlies hat nach wasserwirtschaftlichen Versuchen einen deutlich messbaren Abtrenneffekt für Schwebstoffe [Lutz, 1993]. Laut Aussage des Kohleherstellers, kann das Adsorptionsmittel bis zu 17 l Heizöl pro Kilogramm des Mittels binden. Eine Flächenbelastung des Vlies soll $5 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ nicht überschreiten, damit ein ausreichender Schutz für die darunterliegende Adsorptionsschicht gewährleistet ist. Denn je kleiner die Flächenbelastung ist, desto feiner kann die Öffnungsweite des Vlieses gewählt werden und umso größer ist die Wirkung der Feinfiltration.

Adsorptionsmatten saugen die im Abwasser enthaltenen Öle und organischen Flüssigkeiten bis auf ein vielfaches ihres Eigengewichtes auf (Löschblatteeffekt). Laut der Magistratsabteilung 45 der Stadt Wien [Wien 2006] kann, bei der Reinigung von Dachflächenwasser (bezogen auf die Jahresfracht), von einer Stoffreduktionen der relevanten Parameter (abs. Stoffe, CSB, PAK, Cd, Pb, Zn) von rund 85 % ausgegangen werden.

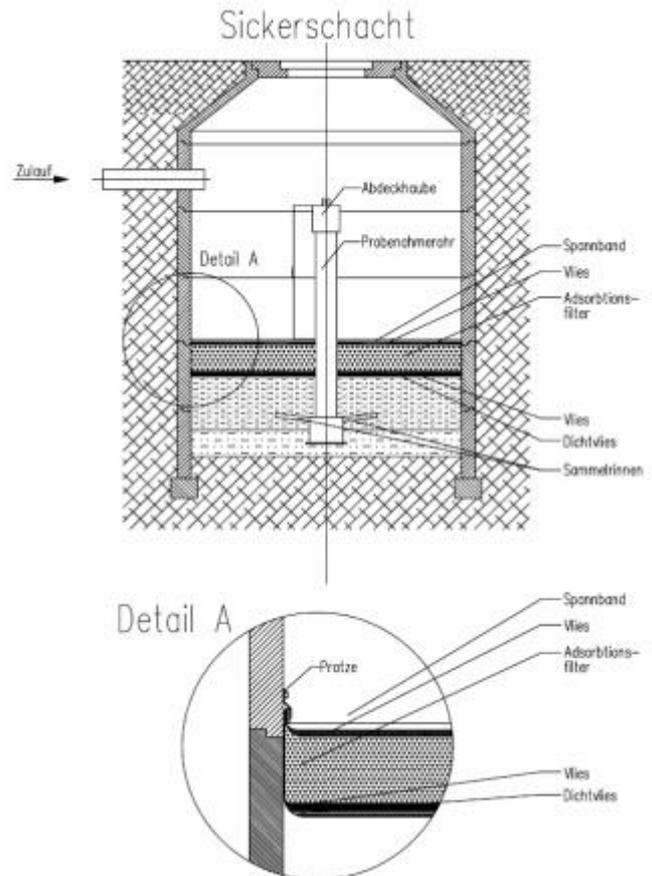


Abb. 19: Sickerschachteinlagen [Systemplan Sickerschacht, Freylit, 1997]

Kosten und Betrieb

Nach mündlicher Auskunft des Herstellers sollten die Geotextillagen nach jedem Starkregenereignis bzw. in Intervallen von 2 Monaten kontrolliert und mindestens einmal jährlich zumindest das Deckvlies erneuert werden. Die Aktivkohle muss alle 2-3 Jahre ausgetauscht werden.

Referenzen

Es liegen keine Informationen vor.

Hersteller

Freylit Umwelttechnik GmbH, A- Klosterneuburg (www.freylit.com)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red}: k.A.

Kosten: k.A.

Budavinci

Verfahren

Der Sedimentations- und Filterschacht *Budavinci* der Fa. MeierGuss Sales & Logistics ist ein mehrstufiger Sedimentations- und Filterschacht, den es in den Varianten Z, E und N. Der Aufbau und die Funktionsweise sind bei allen 3 Geräten gleich, nur besitzen die Modelle Z und E einen hochwertigeren Filter für größere Reinigungsansprüche. Die Variante N ist der Standard-Typ, für Normalanforderungen.

Das Wasser fließt von oben in das System und durchläuft einen herkömmlichen Siebkorb, in dem grobe Unreinheiten wie Blätter und kleine Äste vom Straßenabfluss abgetrennt werden. Zur Beruhigung des Wassers wird es über eine Umlenkplatte in den oberen, äußeren Schlammfang geführt, in dem erste Sedimentationsprozesse stattfinden.

Grobe Feststoffe setzen sich am Boden des Schlammfanges ab und werden dort abgelagert. Das Wasser staut sich auf und wird über einen spiralförmigen Schacht in das Filtersystem geführt. Dabei findet durch die zentrifugale Führung Feinsedimentation statt. Das Wasser steigt auf und wird durch das zentrale Filtersystem geführt. Das dort enthaltene Substrat bindet laut Hersteller die gelösten Stoffe (MKW, Zink und Kupfer). Bei Starkregenereignissen ermöglicht ein seitlicher Notüberlauf ein rückstaufreies Abfließen.

Reinigungsleistung

Das Z-Modell des *Budavinci* hat die bauaufsichtliche Zulassung vom DIBt für eine anschließbare Fläche von 100 m². Die Modelle E und N wurden an der Fachhochschule Münster mit folgenden Ergebnissen geprüft:

Modell	Z	E	N
Anschließbare Fläche [m ²]	100	200	400
AFS-Rückhalt [%]	> 92	89	78
MKW-Rückhalt [%]	> 95	99,6	95

Kosten und Betrieb

Die Wartungen finden 2x jährlich statt. Sie kosten ca. 140 - 300 €/a. Ein zusätzlicher Filteraustausch nach einer Standzeit von, je nach Modell, 2-5



Abb. 20: Sedimentations- und Filterschacht *Budavinci*

Jahren wird mit 240 € angegeben. Dies konnte durch Beobachtung an einer Straße mit 6500 Kfz/d bestätigt werden. Dabei wurde nach einem Jahr Betrieb lediglich der Schlammfang gereinigt. Bei höherer Stoffbelastung kann auch eine häufigere (jährliche) Reinigung des Filters notwendig sein.

Referenzen

Eine Feldversuchsanlage befindet sich in der Geislinger Steige (B10) zwischen Stuttgart und Ulm. Eine weitere in Berlin.

Hersteller

MeierGuss Sales & Logistics GmbH & Co. KG, Rahden (www.meierguss.de)

CENTRIFOEL/AQUAFOEL**Verfahren**

Der Straßeneinlauf der Fa. ROVAL Umwelt Technologien Vertriebsges. mbH kam erstmalig unter dem Namen *CENTRIFOEL* auf den Markt. Eine veränderte Bauform wird unter dem Namen *AQUAFOEL* von der Fa. Aqua Clean angeboten. Grundsätzlich handelt es sich bei dem System um einen mehrstufigen Behandlungsschacht in dem Öl abgeschieden wird und zusätzlich Schwebstoffe sedimentieren können. Es besitzt vor dem Ablauf eine selbsttätig schließende Leichtstoffsperre. Das System ist für den Einbau im Straßenraum als Ersatz für herkömmliche Straßenabläufe vorgesehen. Beim System *AQUAFOEL* ist ein zusätzlicher Notüberlauf angebaut.

An einen Schacht können bis zu 400 m² Fläche angeschlossen werden. Alle Modelle sind mit oberem oder seitlichem Einlauf lieferbar. Laut Hersteller wird eine hydraulische Durchflussleistung von bis zu 5 l/s gewährleistet. Es gibt auch eine XL-Variante für bis zu 1200 m². Das Verfahren wurde für Einzugsgebiete mit erhöhtem Leichtstoffanfall konzipiert (z. B. für Parkflächen mit Schwerlastverkehr und Gewerbebetriebe, bei denen mit Ölen und Kraftstoffen umgegangen wird). Die Bauform wird als „Sicherheits“-Straßenablaufsystem angeboten. Allerdings ist der Rückhalteraum begrenzt, sodass bei hohem Zulaufstrom ein Ausspülen der Inhaltsstoffe erfolgen kann. Für das *AQUAFOEL*

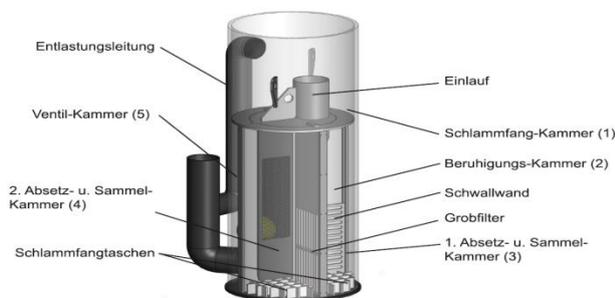


Abb. 21: *AQUAFOEL* Straßeneinlauf mit Überlauf [Grafik: Fa. Aqua Clean, 2009]

System wird ein zusätzlicher Schlammfang angeboten.

Der *CENTRIFOEL* Straßeneinlauf ist nach Herstellerangaben je nach Ausführung für Straßen, Hof-, Park-, Verkehrs- und Privatflächen, Betriebshöfe, Industriegelände, und Landwirtschaft einsetzbar.

Reinigungsleistung

Laut Hersteller ist der Ablauf bis auf einen Durchfluss von 9,5 l/s bemessen und hat noch eine Behandlungsleistung bei bis zu 3,5 l/s. Nach Herstellerangaben liegt die Rückhalteleistung des Verfahrens *CENTRIFOEL* bei über 90% für Leichtstoffe, AFS und Schwermetalle.

Untersuchungen der Hochschule Ostwestfalen-Lippe bescheinigen dem *CENTRIFOEL* eine Abscheiderate der AFS von bis zu 73,5 % [HS Ostwestfalen-Lippe: Optimierungsbericht, 2009], während [Werker et al., 2011] einen AFS Rückhalt von 62,3 % im einem Laborversuch, der an die DIBt-Prüfungen angelehnt war, bestimmte.

Kosten und Betrieb

Der *AQUAFOEL*-Schacht kostet nach Herstellerangaben ca. 2.500 €. Bezogen auf eine Fläche von 400 m² entspricht dies Kosten von 6 - 7 €/m². Die XL-Variante für 1.200 m² wird für etwa 4.000 € angeboten, wodurch sich der Preis pro m² etwa dreifacht.

Je nach Schmutzaufkommen muss das System 1 - 4x jährlich gereinigt werden. Insbesondere in Zeiten hoher Feststoffbelastung (Pollenflug im Frühjahr, Laubfall im Herbst sowie Streumittelinsatz im Winter) besteht die Gefahr, dass das System sich zusetzt. Kosten für den Betrieb werden vom Hersteller nicht angegeben.

Referenzen

Die Systeme kommen vorrangig auf wenig belasteten (Parkplatz)-Flächen zum Einsatz. Ein Beispiel für den Einsatz auf der A4 bei Olpe ist ebenfalls bekannt.

Hersteller

CENTRIFOEL: ROVAL Umwelt Technologien Vertriebsges. mbH, Gummersbach

(www.centrifoel.de)

AQUAFOEL: Aqua Clean GmbH, Reichshof

(www.aquafoel.de)

Funkt.:



Wartung: 1-2x pro Jahr

A_{red}: 400 – 1.200 m²Kosten: 2 - 7 €/m²

Verfahren

Der *RigoClean* Schacht der Fa. Fränkische wurde zur Reinigung von Regenwasser im Hinblick auf Grobschmutz und Feinanteile größer als 0,5 mm sowie zum Havarierückhalt von Leichtflüssigkeiten konzipiert. Er dient vorrangig dem Kolmationsschutz unterirdischer Versickerungsanlagen. Durch Sedimentation, Siebung (mit einem Spaltsieb Maschenweite 0,5 mm) sowie Leichtstoffrückhalt mittels Tauchrohr soll der Schmutzeintrag in nachfolgende Anlagenteile verringert werden.

Der Zulauf kann sowohl von oben (Funktion wie Straßenablauf im Bild) als auch von der Seite, z.B. von Straßenabläufen oder Regenfallrohren, erfolgen. Bei Zulauf von oben können bis zu 500 m² Straßenfläche angeschlossen werden. Für seitlichen Zulauf sind zwei Größenklassen bis 500 m² und bis 1.000 m² erhältlich.

Das System ist vorrangig für den Neubau vorgesehen, kann aber auch im Austausch für bestehende Straßenabläufe eingebaut werden. Es kann für moderat belastete Verkehrsflächen eingesetzt werden. Eine Nachrüstung ist möglich, bedingt allerdings Erdarbeiten.

Reinigungsleistung

Der Feststoffrückhalt erfolgt durch das Spaltsieb aufgrund der definierten Maschenweite. Außerdem gibt der Hersteller an, dass Schwimmstoffe und Leichtflüssigkeiten mit dem Tauchrohr zurückgehalten werden.

Kosten und Betrieb

Vom Hersteller werden folgende Listenpreise angegeben:

- *RigoClean* 500 oZ/sZ (oben liegender Zulauf/ seitlicher Zulauf): 998 €
- *RigoClean* 1000 sZ (seitl. Zulauf): 1.735 €

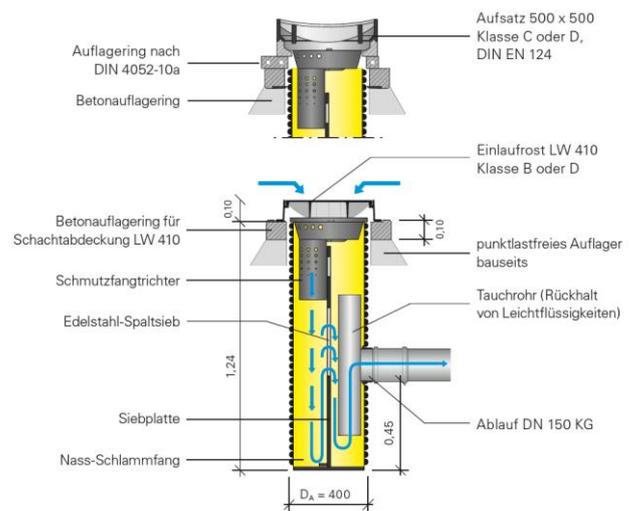


Abb. 22: Querschnitt System *RigoClean* [Grafik: Fa. Fränkische, 2013]

Daraus ergeben sich Kosten von ca. 2 €/m².

Für die Wartung wird ein jährlicher Zyklus angegeben. Dies bezieht sich auf eine Belastung mit 80 g AFS/m²*a. Der Hersteller empfiehlt zunächst jedoch eine monatliche Inspektion. Für eine sichere Betriebsweise empfiehlt der Hersteller mindestens eine jährliche Wartung (vorzugsweise nach Laubfall im Herbst) durch Aussaugen des Schachtes (z.B. durch ein Kanalreinigungsfahrzeug oder einen Nasssauger). Kosten werden nicht angegeben.

Referenzen

Privatflächen: Hamburg, Rellingen, Kiel, Lübeck

Hersteller

Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, Königsberg (www.fraenkische.com)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red}: 500 – 1.000 m²

Kosten: 2 €/m²

Separationsstraßenablauf Combipoint

Verfahren

Der *Separationsstraßenablauf (SSA) Combipoint* von der Fa. ACO ist ein optimierter Straßenablauf mit Schlammraum.. Durch den eingebauten Turbulenzverminderer soll der Austrag an sedimentiertem Material verringert werden. Das zulaufende Straßenablaufwasser wird über den Aufsatz und den Grobschmutzeimer zum Schlammfang geleitet. Um Aufwirbelungen im Schlammfang zu vermindern, wird die Energie über einen Trichter mit Prallplatte vermindert. Dadurch wird die Sedimentationsleistung erhöht. Der Schlammraum hat ein Volumen von 120 Litern. Der Gully wird als Straßenablauf mit Aufsatz Klasse C und D geliefert und ist damit für Parkplätze und Straßen geeignet. Im Bestand ist für den Einbau der Ersatz des bestehenden Straßenablaufs notwendig.

Der ACO SSA wurde vom Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (IKT) geprüft und mit dem Siegel „IKT-geprüft gemäß Trennerlass“ ausgezeichnet.

Reinigungsleistung

Der Hersteller gibt einen verbesserten Feststoffrückhalt von bis zu 40% gegenüber herkömmlichen Straßenabläufen sowie eine Verlängerung der Wartungsintervalle an. Für Nassgullys ergibt sich für dieses System ein Rückhalt von 30-60% der Feststoffe. Weitere Parameter wurden nicht untersucht [Stein, 2008]. Eine Untersuchung im Rahmen eines Forschungsvorhabens von [Werker et al., 2011] zeigte einen AFS Rückhalt von 76,6 % im Laborversuch, der an die DIBt-Prüfungen angelehnt war.

Kosten und Betrieb

Die Kosten für den Straßenablauf bestehend aus Ablaufkörper Combipoint in Langform, Aufsatz D400 500x500, Einsatz SSA und Doppelstützen liegen bei ca. 790,- € brutto ohne Einbau.



Abb. 23: Separationsstraßenablauf [Grafik: ACO Tiefbau, 2013]

Je nach Feststoffanfall ist eine regelmäßige Reinigung und Schlammabnahme mindestens 2 x pro Jahr vor und nach dem Winter vorzusehen. Nach Entnahme der Einbauten kann der Schlammfang mit einem Saugwagen geleert und gereinigt werden.

Referenzen

Das System ist seit 2008 auf dem Markt. Referenzen liegen u.a. in Berlin und Versuchsprojekte in Berlin, Herne und Köln vor.

Hersteller

ACO Tiefbau Vertrieb GmbH, Rendsburg (www.aco-tiefbau.de)

Funkt.:



Wartung: 1 - 2x pro Jahr

A_{red} : 400 m²

Kosten: 1,75 €/m²

INNOLET Filterpatrone

Verfahren

Die *INNOLET*[®]-Filterpatrone der Fa. Funke kann in bestehenden Standardstraßenabläufen (Trocken- und Nasstrummen) eingesetzt werden. Zur Nachrüstung wird zuerst der übliche Laubfang entfernt und stattdessen der *INNOLET*-Einsatz eingeführt und ggf. mit entsprechenden Bauteilen eingedichtet. Danach wird der 2-stufige Filter eingesetzt. Im Filterkorb der ersten Stufe werden Grobstoffe zurückgehalten. Die Filterpatrone der 2. Stufe hält Feinstoffe und gelöste Verbindungen sowie Schwermetalle zurück. Das Verfahren wurde für die Nachrüstung von Straßenabläufen nach DIN 4052 mit quadratischem oder rechteckigem Aufsatz an hoch belasteten Straßenabschnitten entwickelt. Auch die Ausstattung neuer Abläufe ist möglich.

Reinigungsleistung

Die Leistungsfähigkeit von *INNOLET* ist in verschiedenen Pilotprojekten untersucht worden. Es wird eine Reinigungsleistung von ca. 40-80 % bezogen auf AFS und Schwermetalle erreicht. Eine Untersuchung im Rahmen eines Forschungsvorhabens von [Werker et al., 2011] zeigte einen AFS Rückhalt von rund 45 %, 78 % für Kupfer und 45 % für Zink im Laborversuch, der an die DIBt-Prüfungen angelehnt war. Je Straßeneinlauf wurden bis zu 30 kg Feststoffe zurückgehalten. Die Reinigungsintervalle müssen entsprechend der Verschmutzung der Straße (z. B. Laubanfall) angepasst werden [Sommer, 2007/ 2008/2009]. Das System *INNOLET* wurde vom Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (IKT) geprüft und mit dem Siegel „IKT-geprüft gemäß Trennerlass“ ausgezeichnet.



Abb. 24: *INNOLET* Filterpatrone, Set für quadratische Einsätze [Foto und Grafik: Funke GmbH, 2008]

Kosten und Betrieb

Die Kosten für ein komplettes *INNOLET*-System aus Einsatz, Grobfilter und Filterpatrone betragen ca. 1400 bis 1500 €.

Die Reinigung des Grobfilters sollte – 2 bis 4 Mal pro Jahr erfolgen. Der Austausch des Substrates der Filterpatrone erfolgt einmal pro Jahr zusammen mit der Gesamtreinigung des Straßenablaufes. Die Kosten für den Betrieb und Austausch des Filtermaterials können je nach Straßenverschmutzung mit 0,25-0,35 €/m²*a angegeben werden [Sommer, 2007/2009].

Referenzen

Hagen (Durchgangsstraße), Hoppegarten (Gewerbegebiet), Berlin (Wohnstraße, Gewerbefläche), Hamburg-Bergedorf (Hauptstraße), Hannover (Hauptstraße), Bedburg, Bochum, Wuppertal, Stetten, Darmstadt, Bielefeld, Hamm.

Hersteller

Funke Kunststoffe GmbH, Hamm-Uentrop
(www.funkegruppe.de)

Funkt.:



Wartung: 2 – 4x pro Jahr

A_{red}: 250 - 400 m²

Kosten: 4 – 5,50 €/m²

INNOLET-G Filterpatrone

Verfahren

INNOLET-G der Fa. Funke ist eine Weiterentwicklung der INNOLET Filterpatrone. Sie eignet sich insbesondere für die Nachrüstung von Straßenabläufen mit einem Nassschlammfang und flachem Ablauf in das Kanalnetz. Konstruktive Änderungen des Filterkorbs gegenüber der INNOLET-Filterpatrone führen zu längeren Standzeiten mit einer verbesserten hydraulischen Durchlässigkeit durch Verringerung der Kolmationsneigung des Filters.

Reinigungsleistung

Forschungsvorhaben aus Hamburg und Berlin zufolge besitzt INNOLET-G in situ folgende Reinigungsleistungen: AFS 40-74 %, MKW ~ 53 %, PAK ~ 81 %, Phosphat ~ 46 %, Zn, Cu, Pb, Cd 40-70 %. Nach einer Untersuchung des IKT aus dem Jahre 2011 liegt der Rückhalt für AFS_{fein} auf dem Prüfstand bei ca. 70%.

Kosten und Betrieb

Die Fa. Funke spricht von einer Standzeit von einem Jahr, dann muss das Filtermaterial des INNOLET-G ausgetauscht werden. Während der Erprobungsphase in Hamburg hatte sich herausgestellt, dass der Absetzraum halbjährlich gereinigt werden sollte. Die Kosten für die Wartung werden je nach Einsatzort mit rund 130-180 €/Jahr angegeben. Hier inbegriffen sind die Rei-



Abb. 25: INNOLET G Filterpatrone [Foto: Fa. Funke, 2013]

nigung der Filterpatrone und der jährliche Austausch des Filtermaterials plus sämtliche anfallenden Kosten wie Personal, Ausrüstung, etc.

Referenzen

Hamburg (Vollhöfner Weiden), Bochum, Neuss, Farchant, Remscheid, Berlin.

Hersteller

Funke Kunststoffe GmbH, Hamm-Uentrop (www.funkegruppe.de)

Funkt.:



Wartung: 2x pro Jahr

A_{red}: 250/400 m²

Kosten: 4,75 – 6,80 €/m²

ENVIA-CRC

Verfahren

Das *ENVIA-CRC* System von der Fa. ENREGIS kann sowohl in neue, als auch in bestehende Standardstraßenabläufe eingesetzt werden. Zusätzlich besteht laut Hersteller die Möglichkeit das System mit erhältlichen Adaptern in nahezu allen handelsüblichen Abläufen zu verbauen. Das einlaufende Regenwasser wird zunächst beruhigt, um das Absetzen von partikulären Stoffen und die Phasentrennung von Leichtstoffen zu ermöglichen. Anschließend wird ein Filter, bestehend aus einem Koaleszenzmaterial (PU-Schaum) durchflossen, wodurch ein Teil der im Regenwasser suspendierten Partikel zurückgehalten werden, bevor das Wasser das System verlässt. Das *ENVIA-CRC* System kann zur weiteren Aufbereitung des Regenwassers mit weiteren Modulen der Fa. ENREGIS kombiniert werden, wenn, z.B. eine Einleitung in ein Oberflächengewässer oder eine Infiltration vorgesehen sind.

Reinigungsleistung

Laut Hersteller können bis zu 500 m² Fläche bei einer Abflussspende von 100 l/s ha bzw. 250 m² bei 200 l/s ha an den Straßeneinlauf *ENVIA-CRC* angeschlossen werden. Bei dem System werden Feststoffe (AFS) und Leichtstoffe (MKW) aus dem einlaufenden Regenwasser entfernt. Der Hersteller gibt für das System *ENVIA-CRC* eine Abflussleistung von 5 bis 7 l/s bei einer Ablaufkonzentration von 200 mg/l Schwebstoffe und 5 mg/l Mineralölkohlenwasserstoffe an.

Zum aktuellen Zeitpunkt lagen keine unabhängigen Messungen oder ein DIBt-Zertifikat vor.

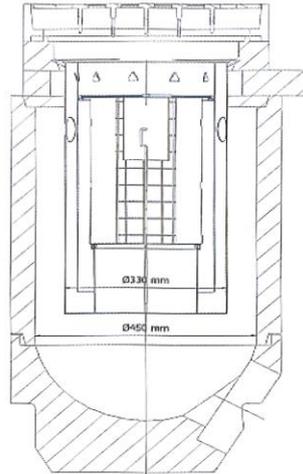


Abb. 26: ENREGIS ENVIA CRC, Quelle: gwf International S1/2013, S. 96

Kosten und Betrieb

Die Fa. ENREGIS spricht von Reinigungsintervallen, die stark von dem Verschmutzungsgrad des einlaufenden Regenwassers abhängig sind. Der Reinigungszeitpunkt ist nach halbjährlichen Sichtkontrollen festzulegen.

Referenzen

Ein liegen keine Informationen vor.

Hersteller

ENREGIS GmbH, Arnsberg (www.enregis.de)

Funkt.:



Wartung: 2x pro Jahr

A_{red}: 250 - 500 m²

Kosten: 6,25 €/m²

GIGANT-Filtersack

Verfahren

Der *GIGANT-Filtersack* der Fa. Schreck ist ein Textilvlies, das in bestehenden Standardstraßenabläufen eingesetzt werden kann. Das Wasser wird durch ein Filterprinzip gereinigt, wodurch vor allem partikuläre Stoffe zurückgehalten werden können. Der sich mit der Zeit bildende Filterkuchen setzt die Durchlässigkeit herab, sodass der Filtersack gereinigt werden muss.

Reinigungsleistung

Studien des Instituts für Geotechnik und Marktscheidewesen der TU Clausthal(1), [Meyer et al., 2001](2) und [Boller et al., 2006](3) maßen folgende mittlere Schadstoffrückhalte:

Parameter	Rückhalt [%]
Blei	75 ⁽¹⁾ /76 ⁽²⁾ /72 ⁽³⁾
Cadmium	66 ⁽¹⁾ /67 ⁽²⁾ /k.A. ⁽³⁾
Chrom	52 ⁽¹⁾ /51 ⁽²⁾ /61 ⁽³⁾
Zink	78 ⁽¹⁾ /78 ⁽²⁾ /70 ⁽³⁾
TOC	50 - 80 ⁽¹⁾ /61 ⁽²⁾ / k.A. ⁽³⁾

In der Studie (1) wird darauf hingewiesen, dass die mit der Zeit schnell abnehmende Infiltrationsleistung nach der Reinigung des Filtersacks nur geringfügig unterhalb des Ausgangswerts liegt. Eine Untersuchung im Rahmen eines Forschungsvorhabens von [Werker et al., 2011] zeigte einen AFS Rückhalt von 62,3 % im Laborversuch, der an die DIBt-Prüfungen angelehnt war. [Boller et al., 2006] spricht von einem AFS-Rückhalt von rund 80 %.

Kosten und Betrieb

Laut Hersteller sollte eine jährliche Überprüfung und ggf. Reinigung des Filtersacks erfolgen. Die Stadtentwässerung Köln, AÖR, spricht nach einer 12 monatigen Untersuchung hingegen von einem Kontrollintervall von 5 - 12 mal pro Jahr und einem Reinigungsintervall von 3 - 6 mal im Jahr. [LANUV 2010] Sie weist ebenfalls darauf hin, dass im ersten Betriebsjahr eine wöchentliche Kontrolle empfohlen wird. Dabei wird der gebrauchte Filtersack spätestens nach dem 2. Gebrauch



Abb. 27: Geotextil-Filtersack, Quelle: Grontmij, 2009

durch einen neuen ausgetauscht. [Werker 2013, UEP Workshop]. Die TU Kaiserslautern und die FH Münster ermittelten in einer gemeinsamen Studie eine Gesamtstandzeit des Filtersacks von rund 3 bis 3,5 Jahren, was den Erfahrungen in Köln widerspricht.

Referenzen

Ortsstraße in Köln mit 5.000 Kfz pro Tag, Allianz Arena München, Bayerische Staatskanzlei, BMW Neutraubling

Hersteller

Paul Schreck GmbH, Kreuzwertheim
<http://www.schreck-filterelemente.de>

Funkt.:



Wartung: 3-12x pro Jahr

Ared: 250-400 m²

Kosten: ca. 0,1 €/m²

Lamellenklärer ViaTub

Verfahren

Der *Lamellenklärer ViaTub* der Fa. MALL ist ein optimiertes Sedimentationsbecken. Durch die aufwärtsgerichtete Strömung der in das Regenklärbecken eingebauten Lamellenpakete wird die Partikelabscheidung verbessert. Dadurch können die Systeme bei gleicher Abscheideleistung erheblich kleiner ausgeführt werden als konventionelle Absetzbecken bzw. bei gleicher Baugröße eine bessere Reinigung erreichen. Das Verfahren kommt aus der Kläranlagentechnik und wird in der Regenwasserbehandlung erst seit Kurzem angewandt. Es können komplette Systeme gekauft oder bestehende Becken nachgerüstet werden. Das zuströmende Wasser wird in den Behälter geleitet und muss die Lamellen i.d.R. von unten nach oben durchströmen. Die Anordnung mehrerer paralleler Lamellen vergrößert die Absetzfläche, wodurch auch schwerer sedimentierbare Teilchen zum Teil zurückgehalten werden. Der *Lamellenklärer ViaTub* wurde vom Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (IKT) geprüft und mit dem Siegel „IKT-geprüft gemäß Trennerlass“ ausgezeichnet.

Reinigungsleistung

Nach Untersuchungen an einer Anlage im Technikumsmaßstab liegt die Abscheiderate für AFS (Referenzschmutz: 100/125 µm) bei einer Oberflächenbeschickung von 18 m/h bei etwa 80%, von 9 m/h bei 85% und von 1 m/h bei 90%. Laut Fa. Mall liegt die Abscheiderate von AFS zwischen 80 und 90 %.

Kosten und Betrieb

Die Anlagen werden in zwei Bauformen (Rund-/Rechteckbecken) in unterschiedlichen Größen für Flächen von 575 bis zu 40.000 m² angeboten. Die Kosten variieren nach Baugröße. Ein Schacht DN2000 für 9 m/h Zulauf und etwa 1.200 m² angeschlossene Fläche kostet z. B. ca. 4.600 € zzgl. Erdbau und Montage. Dies entspricht etwa 3,85 €/m². Bei größeren Becken bzw. höherer Beschickung sinken die spezifischen Kosten. Praxiserfahrungen für die Anlage von MALL liegen bisher aus einem Projekt in Berlin vor. Die Anlage arbeitet dort ohne Probleme. Spezifische Leistungsdaten liegen nicht vor. Aus anderen Anlagen ist allerdings bekannt, dass die Lamellen

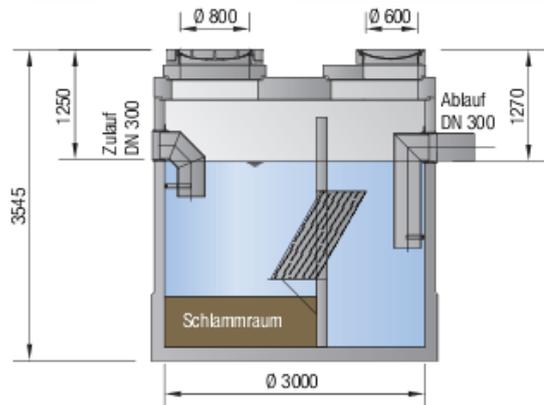


Abb. 28: Kompaktlamellenklärer ViaTub [Foto: MALL GmbH, 2009/2013, geändert]

zuwachsen und verstopfen können. Eine Anströmung der Lamellen von oben ist grundsätzlich zu vermeiden. Daher ist neben der Räumung des Beckenbodens eine regelmäßige Wartung der Lamellen erforderlich. Nach Herstellerangaben ist jährlich die Messung des Schlamm- und des Leichtflüssigkeitsspiegels vorzunehmen. Alle 5 Jahre wird eine Reinigung der Lamellen empfohlen. Der Umfang der Arbeiten ist stark abhängig von der örtlichen Niederschlagsabflussqualität. Somit variieren die Kosten entsprechend.

Referenzen

Berlin (Gewerbefläche); Bernau, Wohngebiet; Schwenk Zement, Bernburg, BMW Werk, Landshut.

Hersteller

MALL GmbH, Donaueschingen (www.mall.info)

Funkt.:



Wartung: 1x pro Jahr

A_{red}: 575 -40.000 m²

Kosten: ca. 3,85 €/m²

Galaxie/ OLEOTOP

Verfahren

Die Produkte *Galaxie* und *OLEOTOP* der Firmen AWAS, bzw. ACO trennen mittels eines Wirbelabscheiders Schlamm und Leichtflüssigkeiten ab. Die abgeschiedenen Feststoffe werden im Sammelraum des Schachtes aufgefangen. Abgetrennte Leichtflüssigkeiten können abgezogen und in einen Ölsammelbehälter geleitet werden.

Die Anlagen haben laut Hersteller eine selbstreinigende Koaleszenzeinrichtung und sind annähernd wartungsfrei. Bei AWAS gibt es zwei verschiedene Ausführungen für unterschiedliche Einsatzbereiche. Eine Variante enthält eine integrierte Ölsammelautomatik mit Ölsammeltank und ist für Flächen mit hoher Ölbelastung konzipiert (*Galaxie* 1902/2002). Die Variante *Galaxie* 1905-SK wurde für asphaltierte und versiegelte Flächen mit großen Mengen an Regenwasser entwickelt.

Die Anlagen AWAS *Galaxie* 2002 und *OLEOTOP* besitzen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt. Das System *Galaxie* 1902/2002 besitzt zudem eine Zulassung der LGA Bayern.

Die Fa. ACO bietet das System *OLEOTOP* als kleine konfektionierte Anlage an. Es werden die Varianten *OLEOTOP* und *OLEOTOP-plus* angeboten. Sie unterscheiden sich in der Sammlung und Entfernung der Leichtflüssigkeiten und eignen sich laut ACO für Waschplätze, Tankstellen, Parkfläche, Industrie- und Gewerbeflächen.

Reinigungsleistung

Die Reinigungsleistung der Anlagentypen wird mit weniger als 5 mg/l Restölgehalt im Ablauf angegeben und erfüllt damit die gängigen Normen für Leichtflüssigkeitsabscheider. Für die Abscheidung von Feststoffen liegen keine Daten vor. Das System *OLEOTOP* wird in unterschiedlichen Baugrößen angeboten. AWAS bietet die Systeme *Galaxie* 1905 SK mit Durchsatzleistungen von 20 - 1600 l/s bzw. 3 - 30 l/s bei *Galaxie* 1902/2002 an.

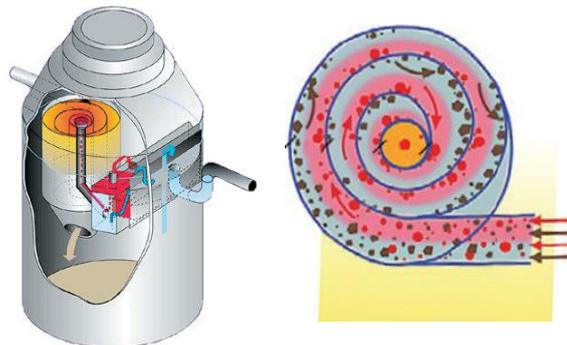


Abb. 29: *Galaxie* 1902/2002 der AWAS GmbH [Grafik: www.awas-gmbh-bayern.de, 2013]

Kosten und Betrieb

Die Kosten für variieren von 3.500 € (für 600 l Schlammfang- und 460 l Ölspeichervolumen) bis 10.745 € (für 6.000 l Schlammfang- und rund 1.100 l Ölspeichervolumen).

Die von AWAS angebotenen Varianten sind Einzelanlagen, für die keine einheitlichen Kosten genannt werden. Anlagen werden für den jeweiligen Einzelfall bemessen und kalkuliert.

Für Service und Wartung sind laut Hersteller nur geringe Kosten anzusetzen. Als Wartungsaufwand fallen die Ölsorgung und die Entnahme der Feststoffe an. Der angefallene Schlamm kann auch mit Pumpen kontinuierlich entnommen werden.

Referenzen

Es liegen keine Informationen vor.

Hersteller

System *Galaxie*: AWAS International GmbH, Wilnsdorf (www.awas-gmbh-bayern.de)

Oleotop: ACO Tiefbau Hersteller GmbH, Rendsburg (www.aco-tiefbau.de)

Funkt.:



Wartung: k.A.

A_{red}: k.A.

Kosten: k.A.

Zusammenfassung und Vergleich der Anlagen

Im vorangegangenen Kapitel sind die auf dem Markt angebotenen Verfahren vorgestellt worden. Aus den Betrachtungen wird ersichtlich, dass die Anlagen für unterschiedliche Einsatzbereiche entwickelt und konstruiert wurden.

Die meisten Systeme sind für den Neubau oder eine umfassende Sanierung von Straßen und anderen zu entwässernden Flächen konzipiert. Für die Nachrüstung ohne bauliche Eingriffe im Bestand ist zurzeit nur ein System geeignet. Alle anderen Anlagen erfordern oft aufwendige Umbauarbeiten, wenn sie in ein bestehendes System nachgerüstet werden sollen.

Für den Kostenvergleich wurde auf die Angaben der Hersteller zurückgegriffen. Die erforderlichen Baumaßnahmen hängen letztlich von folgenden Faktoren ab:

- Neubau oder Umbau
- vorhandene Medien im Untergrund (z. B. Lage von Kanälen- und Versorgungsleitungen)
- Flächenverfügbarkeit
- Einsatzort (z. B. Höhenlage, Verschmutzungsgrad)

Daher können die Baukosten erheblich variieren. Für einlaufbezogene Anlagen können diese 2.000 – 3.000 EUR, bei größeren Schachtanlagen mehr als 5.000 EUR betragen. Sind vorhandene Leitun-

gen zu verlegen kommen weitere Kosten hinzu. Die einzelnen Preise sind daher entsprechend des jeweiligen Standortes zu kalkulieren und die in der Tabelle angegebenen Investitionskosten bei der Auswahl des jeweiligen Systems nur als Anhalt zu verstehen.

Die Reinigungsleistungen sind ebenfalls schwierig zu vergleichen, da die Messwerte bei unterschiedlichen Bedingungen zustande gekommen sind. Hier ist prinzipiell zwischen Laborwerten und in situ Untersuchungen zu unterscheiden. Die im Feldversuch unter realen Einsatzbedingungen gewonnenen Ergebnisse lassen in der Regel eine bessere Aussage über die praktische Eignung zu.

Übersicht über die Behandlungsverfahren

Im Folgenden wird ein Überblick über die Kenndaten der Behandlungsanlagen gegeben. Die erforderlichen Baukosten sind in der Tabelle nicht ausgewiesen, da diese - wie schon vorab erwähnt wurde - erheblich von den Randbedingungen abhängig sind. Sie müssen für jedes Bauvorhaben separat kalkuliert werden.

Hinreichende Angaben zu den Betriebskosten liegen oft nicht vor. Deshalb wurden sie meist abgeschätzt. Als Basis dienten die Herstellerangaben sowie Werte aus der Literatur.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Produkte hinsichtlich Kosten und Aufwand beim Bau.

Produkt	anschließbare reduzierte Fläche	Systempreis pro Stk. (Bruttolistenpreise)	Ungefähre Investition in €/m ²	zusätzliche Kosten für Baumaßnahmen	Lage vorhandener Leitungen prüfen?
<i>Versickerungsanlagen</i>	Beliebig, nach Auslegung	k.A.	5,00	Baukosten inkl.	Ja
<i>INNODRAIN</i>	Beliebig, nach Auslegung	5.000 €	20,00	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>D-Rainclean</i>	12 m ² /lfm	370 €/lfm €	10,00 – 30,00*	Aushub, Straßenbau	Nein (i.d.R.)
<i>BIRCOpur</i>	20 m ² /lfm	k.A.	k.A.	Aushub, Straßenbau	Nein (i.d.R.)
<i>DRAINFIX CLEAN</i>	12 m ² /lfm bzw. 18 m ² /lfm	k.A.	k.A.	Aushub, Straßenbau	Nein (i.d.R.)
<i>MEA Clean/ Vivo Channel</i>	25 m ² /lfm	k.A.	k.A.	Aushub, Straßenbau	Nein (i.d.R.)
<i>Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt</i>	500 – 1.000 m ² / 500 – 1.000 m ² / 500 – 1.000 m ² / 500 – 1.000 m ²	5.900 – 7.000 €/ 5.900 – 7.000 €/ k.A./ 6.000 – 8.000 €	4,00 – 11,00/ 4,00 – 11,00/ k.A./ 4,00 – 12,00**	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>FiltaPex</i>	10.000 m ² – 30.000 m ²	10.000 – 15.000 €	0,50 – 1,00*	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>SediPipe/ SediSubstrator</i>	600 – 45.000 m ² / 340 – 3.000 m ²	2.400 – 18.000 € / 3.000 – 30.000 €	1,50 / 6,00 – 10,00	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter</i>	250 – 1.000 m ²	3.490 €.ohne Filter	3,50 – 14 ,00 ohne Filter.	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>Up-Flo Filter</i>	500 – 2.000 m ²	k. A.	k. A.	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>ViaPlus Substratfilter</i>	500 – 3.000 m ²	4.170 – 14.790 €.	1,50 – 8,00 €	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>Purasorp</i>	260 – 1.330 m ²	k.A. €	k.A. €	Aushub, Straßenbau evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF</i>	200 – 3.000 m ²	k.A. €	k.A.	Bau Sickerschacht evtl. Leitungsverlegung	Ja
<i>Sickerschachteinlagen</i>	k.A.	k. A.	k. A.	Keine	Nein
<i>Budavinci (je nach Typ)</i>	100 – 400 m ²	k. A.	5,50 – 22,00.	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja, aber nur Anschluss an Kanal
<i>CENTRIFOEL/ AQUAFOEL</i>	400 – 1.200 m ²	k.A. / 2.500 – 4.000 €	k.A. / 2,00 – 7,00	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja, aber nur Anschluss an Kanal
<i>Rigo-clean</i>	500 – 1.000 m ²	998 €, 1.735 €	2,00 €* 1,75	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja, aber nur Anschluss an Kanal
<i>Separationsstraßenablauf Combipoint</i>	400 m ²	700 €	1,75	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja, aber nur Anschluss an Kanal
<i>INNOLET Filterpatrone</i>	250 – 400 m ²	1.400 – 1600 €	4,00 – 5,50	Keine	Nein
<i>INNOLET G Filterpatrone</i>	250 – 400 m ²	1.700 – 1900 €	4,75 – 6,80	Keine	Nein
<i>ENVIA-CRC/</i>	250 – 500 m ²	k.A.	6,25	Keine	Nein
<i>GIGANT Filtersack</i>	250 – 400 m ²	20 – 30 €	Ca. 0,10	Keine	Nein
<i>Lamellenklärer ViaTub</i>	575 – 40.000 m ²	4.600 €	3,85	Aushub, Straßenbau, Leitungsverlegung	Ja
<i>Galaxie/ Oleotop</i>	k.A./ k.A.	3.500 – 10.745 €	k.A./ k.A.	Aushub, Straßenbau, evtl. Leitungsverlegung	Ja

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Maßnahmen hinsichtlich Oberflächenbedarf und Nachrüstbarkeit sowie allgemeine Anmerkungen zum System

Produkt	Oberflächenbedarf	Nachrüstung Im Bestand	Allgemeine Anmerkungen Bau
<i>Versickerungsanlagen</i>	Ca. 10-20% der angeschlossenen Fläche	+	Fläche im Straßenraum bzw. seitlich der Straße erforderlich
<i>INNODRAIN</i>	Ca. 5-6% der angeschlossenen Fläche	o	Fläche im Straßenraum bzw. seitlich der Straße erforderlich
<i>D-Rainclean</i>	Ca. 4-5% der angeschlossenen Fläche	o	Kompaktes Mulden-Rigolen-System mit in Betonrahmen gefasstem Tiefbeet
<i>BIRCOpur</i>	Ca. 1% der angeschlossenen Fläche	o	Mit Substrat gefüllte Versickerungsrinne
<i>DRAINFIX CLEAN</i>	Ca. 1% der angeschlossenen Fläche	o	Filterrinne mit Ablauf
<i>MEA Clean/ Vivo Channel</i>	Ca. 2% der angeschlossenen Fläche	o	Filterrinne mit Ablauf
<i>Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt</i>	Ca. 1,5 % der angeschlossenen Fläche	o	Filterrinne mit Ablauf
<i>FiltaPex</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>SediPipe/ SediSubstrator</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Up-Flo Filter</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>ViaPlus Substratfilter</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Purasorp</i>	Ca. 0,4 % der angeschlossenen Fläche	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF</i>	Ca. 0,4-1,3 % der angeschlossenen Fläche	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Sickerschachteinlagen</i>	Nein	o	Zusätzlich zu den Bauteilen sind bei Neubau die erforderlichen Baumaßnahmen inkl. Leitung einzukalkulieren
<i>Budavinci</i>	Nein	o	Austausch des vorhandenen Straßenablaufes
<i>CENTRIFOEL/ AQUAFOEL</i>	Nein	+	Austausch des vorhandenen Straßenablaufes
<i>RigoClean</i>	Nein	+	Mit oberem Zulauf: Austausch des bestehenden Gullys erforderlich Mit seitlichem Zulauf: Neubau Gully in vorhandenen Leitungsstrang
<i>Separationsstraßenablauf Combipoint</i>	Nein	+	Austausch des vorhandenen Straßenablaufes
<i>INNOLET Filterpatrone</i>	Nein	++	Nachrüstung bestehender Gullys, Typ vor Einbau überprüfen
<i>INNOLET G Filterpatrone</i>	Nein	++	Nachrüstung bestehender Gullys, Typ vor Einbau überprüfen
<i>ENVIA-CRC</i>	Nein	++	Nachrüstung bestehender Gullys, Typ vor Einbau überprüfen
<i>GIGANT Filtersack</i>	Nein	++	Nachrüstung bestehender Gullys, Typ vor Einbau überprüfen
<i>Lamellenklärer ViaTub</i>	Nein	++	Nachrüstung bestehender Gullys, Typ vor Einbau überprüfen
<i>Galaxie/ Oleotop</i>	Nein,	+	Nachrüstung vorhandener Regenklärbecken prinzipiell möglich, Überprüfung erforderlich

+ geringer Aufwand: Baumaßnahmen einfach bzw. nur im unmittelbaren Umfeld, Anschluss an vorhandene Leitungen
o hoher Aufwand: meist umfangreiche Erdbauarbeiten erforderlich sowie ggf. Herstellung neuer Leitungen

Tabelle 4: Vergleich des betrieblichen Aufwandes

Produkt	Kontrolle	Wartung	Intervall pro Jahr
<i>Versickerungsanlagen</i>	Rasen	Rasenmahd, evtl. vertikutieren	2
<i>INNODRAIN</i>	Tiefbeet und Rigolen	Pflanzenschnitt, Reinigung Tiefbeet	2
<i>D-Rainclean</i>	Substrat	Substratkontrolle, Reinigung Rinne	1
<i>BIRCOpur</i>	Substrat	Substratkontrolle, Reinigung Rinne	k.A.
<i>DRAINFIX CLEAN</i>	Innenraum Rinne	Reinigung Rinne	0,1
<i>MEA Clean/ Vivo Channel</i>	Innenraum Rinne	Reinigung Rinne	k.A.
<i>Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt</i>	Zustand Filter, Füllstand Schlamm	Absaugen Schlamm, Austausch Filtereinsätze	1-2
<i>FiltaPex</i>	Zustand Filter, Füllstand Schlamm	Absaugen Schlamm, Austausch Filtereinsätze	1-2
<i>SediPipe/ SediSubstrator</i>	Sedimentationsrohr, Filter	Rückspülung der Sedimentationsstrecke bei gleichzeitiger Absaugung, Austausch Substratpatrone	0,25-1
<i>Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter</i>	Zustand Filter, Überprüfung auf Sauberkeit und Dichtheit, Füllstand Schlamm	Reinigung des Innenraumes, Entleeren des Schlamm- und Sandfangs, Reinigung der Filter	4
<i>Up-Flo Filter</i>	Sichtkontrolle des Innenraums, Überprüfung auf Schwimmstoffe, Zustand Filter	Reinigung des Innenraumes, Entleeren des Schlamm- und Sandfangs, Reinigung der Filter	1
<i>ViaPlus Substratfilter</i>	Sichtkontrolle des Innenraums, Zustand Filter, Füllstand Schlamm	Reinigung des Innenraumes	1
<i>Purasorp</i>	Sichtkontrolle des Innenraums, Höhe des Schlammspiegels prüfen	Schlammfang und Filter reinigen	1
<i>Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF</i>	Sichtkontrolle des Innenraums, Zustand Filter, Füllstand Schlamm	Schlammfang und Filter reinigen	k.A.
<i>Sickerschachteinlagen</i>	Deckvlies, Filtermaterial	Jährliche Erneuerung des Deckvlieses, Entfernung des Überstandes	1
<i>Budavinci</i>	Grobschmutzfang, Zulauf, Durchlässigkeit Filter	Reinigung Grobschmutzfilter, Austausch Filtermaterial	2
<i>CENTRIFOEL/ AQUAFOEL</i>	Schlamm Spiegel, Leichtstoff Spiegel	Schlammabsaugung	1-2
<i>RigoClean</i>	Schlamm, Sieb	Absaugung Schacht, Reinigung Sieb	1
<i>Separationsstraßenablauf Combipoint</i>	Schlamm	Schlamm absaugen	1-2
<i>INNOLET Filterpatrone</i>	Grobschmutzfilter, Durchlässigkeit Filter	Reinigung Grobschmutzfilter, Austausch Filtermaterial	2-4
<i>INNOLET G Filterpatrone</i>	Grobschmutzfilter, Durchlässigkeit Filter	Reinigung Grobschmutzfilter, Austausch Filtermaterial	2
<i>ENVIA-CRC</i>	Grobschmutzfilter, Durchlässigkeit Filter	Reinigung Grobschmutzfilter, Schlamm-entfernung	2
<i>GIGANT Filtersack</i>	Kontrolle Filtersack	Austausch Filtersack	3-12
<i>Lamellenklärer ViaTub</i>	Schlamm- und Leichtflüssigkeitspegel	Schlamm räumen, Absaugen des Ölüberstandes, Reinigung Lamellen,	1
<i>Galaxie/ Oleotop</i>	Schlamm- und Leichtflüssigkeitspegel	Beräumung Schlamm, Absaugen des Ölüberstandes	k.A.

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Maßnahmen hinsichtlich hydraulischer Wirkung und Stoffrückhalt

Produkt	Hydraulische Retention	Stoffrückhalt AFS (Abfiltrierbare Stoffe)*	Filtermaterial-austausch**	Ermittelt
<i>Versickerungsanlagen</i>	Ja	++	25 Jahre	In situ
<i>INNODRAIN</i>	Ja	++	25 Jahre	In situ
<i>D-Rainclean</i>	Ja	++	25 Jahre***	In situ
<i>BIRCOpur</i>	Ja	++	15-20 Jahre***	Laborversuch
<i>DRAINFIX CLEAN</i>	Ja	++	10 Jahre***	Hersteller
<i>MEA Clean/ Vivo Channel</i>	Ja	++	20-30 Jahre	Hersteller
<i>Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt</i>	Ja	++	3-10 Jahre	Laborversuch, Hersteller, In situ
<i>FiltaPex</i>	Nein	++	1-2 Jahre***	In situ
<i>SediPipe/ SediSubstrator</i>	Nein	++	4 Jahre	Laborversuch; In situ
<i>Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter</i>	Nein	+	1 Jahr***	In situ
<i>Up-Flo Filter</i>	Nein	++	1 Jahr	Hersteller
<i>ViaPlus Substratfilter</i>	Nein	++	1 Jahr	Laborversuch
<i>Purasorp</i>	Nein	++	4 Jahre	Laborversuch, Hersteller
<i>Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF</i>	Nein	k.A.	1 Jahr	Hersteller
<i>Sickerschachteinlagen</i>	Nein	k.A.	2-20 Jahre	Hersteller
<i>Budavinci</i>	Nein	++	2-3 Jahre	In situ
<i>CENTRIFOEL/ AQUAFOEL</i>	Nein	++	2-3 Jahre	Hersteller
<i>RigoClean</i>	Nein	+	n.v.	Laborversuch
<i>Separationsstraßenablauf Com-bipoint</i>	Nein	o	n.v.	Laborversuch
<i>INNOLET Filterpatrone</i>	Nein	+	1 Jahr***	In situ
<i>INNOLET G Filterpatrone</i>	Nein	+	1 Jahr***	In situ
<i>ENVIA-CRC</i>	Nein	+	1 Jahr***	In situ
<i>GIGANT Filtersack</i>	Nein	+	n.v.	In situ
<i>Lamellenklärer ViaTub</i>	Nein	+	n.v.	Hersteller
<i>Galaxie/ Oleotop</i>	Nein	++*	n.v.	Laborversuch

* stark abhängig von der Dimensionierung und der Art der angeschlossenen Flächen

** nur Materialtausch, keine Wartung

*** Herstellerangaben

o < 30%

+ 30-70%

++ > 70%

k.A. keine Angabe

n.v. nicht vorhanden

Tabelle 6: Zusammenfassung der Projekte und Referenzen

Produkt	Projekte/Referenzen ¹
<i>Versickerungsanlagen</i>	Emscher Genossenschaft im Ruhrgebiet, Berlin, Hamburg, Hoppegarten, Hannover, Chemnitz, u.a.m.
<i>INNODRAIN</i>	Dahlwitz-Hoppegarten bei Berlin, Chemnitz, Dortmund, Würzburg, Pforzheim, Bonn, Hamburg u.a.m.
<i>D-Rainclean</i>	Berlin, Gießen, Weisweil, Münster, Kassel, Luckenwalde, Hallstadt
<i>BIRCOpur</i>	Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), Berlin-Mahlsdorf; Audi Fertigung Münchmünster
<i>DRAINFIX CLEAN</i>	Neubaugebiet Süd, Walldorf, Audi-Zentrum, Eching
<i>MEA Clean/ Vivo Channel</i>	k.A.
<i>Hydroclean/ Hydrosystem/ Eurofiltrator/ Hydro-Filt</i>	Wohnanlage Berlin-Spandau (Gewerbefläche), Klinik München (Cu-Dach), Parkplatz Herford, Dachflächen und Parkplätze Cuxhaven, Bundesstraße 75 Hamburg, Dachfläche Kiama Council, Sydney, Bundesstraße HH-Harburg B75; Untersuchungsvorhaben am Mittleren Ring in München
<i>FiltaPex</i>	Kreis Euskirchen (TOOM-Markt, Netto-Markt), Hagen (Parkplatz), Schwelm (Straße), Neuss (Straße), Odenthal (Schulparkplatz)
<i>SediPipe/ SediSubstrator</i>	Neustraubing (Logistikterminal), Ingolstadt (Discounter), Kiel (Parkplatz Supermarkt), Gemeinde Adelsdorf/Gewerbegebiet
<i>Certaro HDS Pro mit Certaro Substratfilter</i>	AGFA Park, München; Audi Parkhaus N 39, Ingolstadt; BMW Group, Dingolfing; BMW Group, Regensburg, etc.
<i>Up-Flo Filter</i>	USA, Großbritannien, Neuseeland und Australien
<i>ViaPlus Substratfilter</i>	Einleitung in den Seddiner See an der B3, Berlin
<i>Purasorp</i>	k.A.
<i>Schwermetall-Adsorptionsfilterschacht ESAF</i>	Neubau Businesscenter, Langenargen Bodensee; Dach- und Straßenflächen in Unna
<i>Sickerschachteinlagen</i>	k.A.
<i>Budavinci</i>	Feldversuchsanlage an Geislinger Steige, an der B 10 zwischen Stuttgart und Ulm.
<i>CENTRIFOEL/ AQUAFOEL</i>	A4 bei Olpe
<i>Rigo-clean</i>	Privatflächen: Hamburg, Rellingen, Kiel, Lübeck
<i>Separationsstraßenablauf Combipoint</i>	Versuchsprojekt in Herne und Köln
<i>INNOLET Filterpatrone</i>	Hagen (Durchgangsstraße), Hoppegarten (Gewerbegebiet), Berlin (Wohnstraße), Hamburg-Bergedorf (Hauptstraße), Hannover (Hauptstraße), Bedburg, Bochum, Wuppertal, Sketten, Darmstadt, Bielefeld, Hamm
<i>INNOLET G Filterpatrone</i>	Hamburg (Vollhöfner Weiden), Bochum, Neuss, Farchant, Remscheid
<i>ENVIA-CRC</i>	k.A.
<i>GIGANT Filtersack</i>	Ortsstraße in Köln mit 5000 Kfz pro Tag, Allianz Arena München, Bayerische Staatskanzlei, BMW Neustraubing
<i>Lamellenklärer ViaTub</i>	Berlin (Gewerbefläche); Bernau, Wohngebiet; Schwenk Zement, Bernburg, BMW Werk, Landshut
<i>Galaxie/ Oleotop</i>	k.A.

¹ (siehe Quellen, Firmeninformationen)

Anstatt einer Empfehlung ...

Bei den vorgestellten Anlagen zur dezentralen Behandlung von Straßenabflüssen handelt es sich, außer bei den Anlagen mit Oberbodenpassagem in der Regel um relativ junge Anlagentypen, die erst seit kurzer Zeit auf dem Markt sind. Die meisten Anlagen wurden schon in der Praxis eingesetzt. Einige Anlagen sind neu und haben daher noch keine Praxisreferenzen. Trotzdem wurden sie in die Übersicht aufgenommen.

Grundsätzlich gilt:

Es gibt keine Anlage, die überall zum Einsatz kommen kann. Die Einsatzorte und Anforderungen sind dazu unterschiedlich. Daher ist vor Ort zu prüfen, welches Verfahren an dem jeweiligen Standort das geeignetste und kostengünstigste ist.

Prinzipiell muss zwischen Maßnahmen im Bestand und für den Neubau unterschieden werden. Bei Neubau sind die Möglichkeiten weitgehend offen. Hier ist die Regenwasserbehandlung frühzeitig in die Planung einzubeziehen und der notwendige Platz zur Verfügung zu stellen. Im Bestand sind dagegen die örtlichen Randbedingungen ausschlaggebend für das gewählte Verfahren:

- Lage im Stadtgebiet
- Vorhandene unterirdische Infrastruktur
- Zustand der vorhandenen Entwässerungseinrichtungen (Straßenablauf, Kanal, Schächte etc.)
- Belastung der zu entwässernden Fläche
- Topographie
- Anforderung an Einleitung in das Gewässer
- Vorbelastung des Gewässers

Weiterhin wichtig, ist die Frage des Betriebes und der Wartung. Die Reinigungsleistung einer Anlage ist abhängig von der Qualität der Wartung. Daher

ist für jede Anlage eine fachgerechte und vor allem regelmäßige Wartung erforderlich. Diese ist nach den Vorgaben des Herstellers durchzuführen. Ein langes Wartungsintervall kann dazu führen, dass hohe Investitionskosten über die Gesamtstandzeit der Anlage relativiert werden.

Planung und Bau von Anlagen sind im Kontext mit dem Gewässerschutz zu sehen. Je mehr Schadstoffe vor Ort zurückgehalten werden, umso geringer sind die Unterhaltungsaufwendungen im Gewässer (z. B. Entschlammung). Hinzu kommen die positiven Auswirkungen auf die Gewässerökologie. An dieser Stelle wäre eine gesamtgesellschaftliche Kosten/Nutzen-Betrachtung wünschenswert, die neben den Kosten auch die positiven Effekte der Reinigung berücksichtigt.

Die Entwicklung wird in den nächsten Jahren weiter gehen und neue Verfahren werden auf den Markt kommen. Zudem werden für Anlagen, die nicht ins Grundwasser einleiten, einheitliche Prüfkriterien erarbeitet, die dem Betreiber einen einfacheren Vergleich der unterschiedlichen Anlagen bieten sollen. Sinnvoll wäre auch, den Informationsaustausch über vorhandene Anlagen zu verbessern. Daher sollte der Markt regelmäßig sondiert und auch neuen Verfahren eine Bewährungschance eingeräumt werden.

Die größte Lücke besteht noch bei praktischen Untersuchungen vor Ort, und hier vor allem bei der in der Praxis eingehaltenen Reinigungsleistung. Hier sind noch weitere Untersuchungen erforderlich, da die Ergebnisse der Prüfungen am Prüfstand erheblich von Ergebnissen in der Praxis abweichen können. Damit ergeben auch weitere Praxiserfahrungen und zusätzliche belastbare Daten.

Prüfverfahren

Zurzeit gibt es Prüfverfahren für technische dezentrale Anlagen ohne Oberbodenpassage. Das Eine ist die Bauartzulassung des DIBt für Anlagen zur Vorreinigung vor Einleitung ins Grundwasser. Ein Weiteres ist die Zulassung von Anlagen zur Einleitung in Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen, unabhängig von der DIBt Zulassung. Beide werden im Folgenden beschrieben.

Zusätzlich gibt es länderspezifische Anforderungen anderer Bundesländer, die sich je nach Einleitungsziel in Grundwasser oder Oberflächengewässer unterscheiden. Zur Behandlung des Abflusses von Dachflächen mit Metalldeckung gibt

es z.B. in Bayern ein Prüfverfahren des Landesamtes für Umwelt.

Grundsätzlich sind Prüfungen auf dem Prüfstand (DIBt, NRW) und betriebliche Prüfungen (NRW) vorgesehen. Um die Aussagekraft der Prüfungen auf dem Prüfstand zu erhöhen, ist der Einsatz unterschiedlicher Prüfmedien, die sich im Absetz- und Transportverhalten unterscheiden, sinnvoll, aber noch nicht in allen Prüfungen angewandt. Bislang fehlt zusätzlich noch die Überprüfung der auf dem Prüfstand erzielten Reinigungsleistungen im Vergleich mit Untersuchungen im Feld. Hier besteht bei vielen Anlagen noch Nachholbedarf.

DIBt: Bauartzulassung Anlagen vor Versickerung

Vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) wurde ein allgemeines bauamtliches Zulassungsverfahren erarbeitet, mit dem Niederschlagsbehandlungsanlagen zur Vorbehandlung von Niederschlägen vor anschließender unterirdischer Versickerung geprüft werden sollen. Für Anlagen zur Vorreinigung des Niederschlagswassers vor Einleitung in Gewässer gelten dieses Verfahren und die dort geforderten Werte nicht.

Die Prüfung erfolgt bei zugelassenen Prüfstellen. Im Folgenden wird das Zulassungsverfahren näher erläutert. Eine aktuelle Liste geprüfter Anlagen sind unter folgender Web-Adresse zu finden:

https://www.dibt.de/de/zv/NAT_n/zv_referat_113/SVA_84.htm

Geltungsbereich/Rechtliche Grundlagen

Die Zulassungsgrundsätze gelten für Niederschlagsbehandlungsanlagen mit einer angeschlossenen Kfz-Verkehrsflächen von bis zu 2.000 m² mit anschließender Versickerung des gereinigten Niederschlagswassers. Bei der Zulassung werden die Bestimmungen des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG), der Bundesboden- und Altlastenverordnung (BBodSchV), sowie der Musterbauordnung (MBO) und dem Muster einer Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Musterbauordnung (WasBauPVO) zu Grunde gelegt.

Es gelten folgende Mindestvoraussetzungen:

- Einbau in Wasserschutzgebieten nur entsprechend der jeweiligen Verordnung, ggf. in Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde
- kein Einsatz zur Reinigung von Altlasten- und Altlastenverdachtsflächen
- kein Einsatz auf Flächen auf denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird

- Sicherstellung, dass das Ablaufwasser nach der Anlage rückstaufrei abgeleitet werden kann
- Abweichungen vom Anwendungsbereich oder unter anderen Voraussetzungen als den in der Zulassung geregelten, bedürfen der Zustimmung der Wasserbehörde.

Prüfverfahren und Anforderungen

Im Folgenden werden die grundlegenden Aspekte der Prüfverfahren und Anforderungen besprochen, Näheres entnehmen Sie bitte den Zulassungsgrundsätzen in der Fassung vom Februar 2011, Abschnitt 4.

Zu 1. Umweltverträglichkeit der Filtermaterialien,

Bauteile und Baustoffe die im Betrieb bestimmungsgemäß durchströmt werden, sind hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit zu prüfen

Zu 2. Stoffrückhaltevermögen der Anlage

Das Stoffrückhaltevermögen wird in zwei Prüfanordnungen getestet. Hierbei wird im ersten Test die Gesamtanlage und im zweiten Test wird das Filterelement auf den Rückhalt gelöster Stoffe geprüft. In mehreren Teilprüfungen wird das Rückhaltevermögen hinsichtlich Partikeln, Kohlenwasserstoffen, Schwermetalle (Zink und Kupfer) und das Rücklöseverhalten von Metallen bei Einwirkung von Tausalzen bei unterschiedlichen Prüffregenspenden getestet. Die maximale Prüffregenspende beträgt 100 l/(s*ha). Die Prüfung des Stoffrückhaltevermögens gilt als bestanden, wenn alle Einzelprüfungen bestanden werden.

Zu 2.1. Partikelrückhalt der Gesamtanlage

In dieser Prüfung wird anhand eines Quarzmehls mit einer definierten Korngrößenverteilung der AFS_{Fein}-Rückhalt (Partikelgröße 0-400 µm) der Gesamtanlage geprüft. In diesem Prüfschritt gelten zwei Kriterien, 1. der mittlere AFS-Rückhalt muss $\geq 92 \%$ sein, 2. der AFS-Rückhalt darf in keiner der insgesamt vier Teilprüfungen $\leq 84 \%$ sein.

Zu 2.2 Kohlenwasserstoffrückhalt der Gesamtanlage

Es werden vier Teilprüfungen mit unterschiedlichen Regenspenden durchgeführt. Die Prüfung des Kohlenwasserstoffrückhalts der Gesamtanlage erfolgt mit Heizöl EL nach DIN 51603. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn im Mittel 80 % Mindestrückhalt erreicht werden, wobei der Rückhalt in keiner Teilprüfung unterhalb von die 60 % liegen darf.

Zu 2.3 Schwermetallrückhalt der Filterelemente

In drei Teilprüfungen mit unterschiedlichen Prüfrengspenden werden die Konzentrationen an Kupfer und Zink im Ablauf überprüft. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn ein Mindestrückhalt von 70 % (Zink), bzw. 80 % (Kupfer) erreicht wird. Außerdem darf die Ablaufkonzentration in den Teilprüfungen die zulässige Ablaufkonzentration nicht um mehr als das Zweifache überschreiten.

Zu 2.4 Schwermetallrückhalt der Filterelemente mit Salzeinwirkung

Der unter 2.3 beschickte Filter wird in einer weiteren Prüfung mit einer Lösung aus Trinkwasser und Natriumchlorid (10 g/L) be-

schickt. Es werden vier Doppelproben genommen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die zulässige Ablaufkonzentration von Kupfer oder Zink in keiner der vier gemittelten Proben um mehr als das Zweifache überschritten wird und die gemittelte Konzentration aller acht Einzelproben unterhalb von 500 µg/L (Zink), bzw. 50 µg/L (Kupfer) liegt.

Zu 3. Identifikationsprüfungen

Bei dieser Prüfung werden die wesentlichen Kennwerte, der für die Herstellung der Anlage vorgesehenen Baustoffe und Bauteile (z.B. Abmessungen von Behältern, Kornverteilung des Filters, etc.) durch die Prüfstelle überprüft. Die Parameter müssen vor der Prüfung dem DIBT gemeldet werden.

Zu 4. Prüfung des Kolmationsverhaltens von Substraten

In mehreren Schritten wird das Filtermaterial auf Kolmationserscheinungen hin überprüft. Hierbei wird das Filtermaterial in Säulversuchen dreifach mit Trinkwasser und anschließend abwechselnd mit Salzwasser und Trinkwasser beschickt, bis insgesamt sieben Beschickungen absolviert worden sind. Während der Prüfung wird der Kf-Wert fünf Mal gemessen, anschließend wird ein gemittelter Kf Wert aus den Einzelmessungen berechnet. Die Messungen erfolgen vor, zwischen und nach den Beschickungen mit Salzwasser.. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn der nach den Salzwasserbeschickungen gemessene Kf-Wert $\geq K_{f,Bemessung}$ ist und die Reduzierung des Kf-Wertes im Vergleich zur Messung vor der Beschickung mit Salzwasser nicht größer als 50 % ist.

Tab. 7: Prüfungen des DIBT für die Zulassung von Niederschlagbehandlungsanlagen mit einer angeschlossenen Kfz-Verkehrsfläche kleiner 2.000 m² mit anschließender Versickerung

	Prüfung	Parameter	Mindestrückhalt
1	Umweltverträglichkeit der Filtermaterialien	Parameter rezepturabhängig	-
2	Stoffrückhaltevermögen der Anlage		-
2.1	Partikelrückhalt der Gesamtanlage	AFS	92 %
2.2	Kohlenwasserstoffrückhalt der Gesamtanlage	MKW	80 %
2.3	Schwermetallrückhalt der Filterelemente	Zink und Kupfer	Zink: 70 %, Kupfer: 80 %
2.4	Schwermetallrückhalt der Filterelemente mit Salzeinwirkung	Zink und Kupfer	-
3	Identifikationsprüfungen	Parameter produkt- und rezeptabhängig	-
4	Prüfung des Kolmationsverhaltens von Substraten	K _f -Wert	-

Prüfung nach Trennerlass NRW

Der Trennerlass regelt in Nordrhein-Westfalen, dass schwach belastete Niederschlagswasserabflüsse der Flächenkategorie II dezentral behandelt und anschließend in ein Gewässer eingeleitet werden können. Entsprechende Behandlungsanlagen müssen allerdings einzeln genehmigt werden. Dazu muss nachgewiesen werden, dass die Behandlung des Niederschlagswassers vergleichbar ist mit der Behandlung durch eine zentrale Anlage (RKB) ist.

Die Vergleichbarkeit der dezentralen Systeme mit den zentralen Anlagen gem. Trennerlass ist gegeben wenn der AFS-Rückhaltegrad von $AFS_{\text{fein}} > 50\%$ und die mind. 1-jährigen betrieblichen Untersuchungsergebnisse eine Vergleichbarkeit mit RKB positiv bescheinigen.

Eines der Prüfinstitute ist das Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT). Durch dieses wurden bereits im Rahmen eines Forschungsprojekts Anlagen getestet. Diese Systeme können nach Prüfstand und praktischer Eignung vom IKT eine ei-

gens dafür vergebene Plakette "IKT-geprüft gemäß Trennerlass (NRW)" erhalten.

Link: <http://www.ikt.de/pruefstelle/regenwasser-behandlung/>
Aber auch andere Prüfinstitute sind dazu berechtigt die Prüfung analog den Vorgaben des Landes NRW durchzuführen.

Geprüfte Anlagen können dann auf Antrag in die Liste der zur Verwendung geeigneten Anlagen des Landes NRW aufgenommen werden.

Link: <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/ds/>



Beispiel:
Prüfplakette des IKT

Quellen

- Boller et al., 2006 (Boller, M., Kaufmann, P. und Ochsenbein, U.: Schadstoffe im Straßenabwasser einer stark befahrenen Straße und deren Retention mit neuartigen Filterpaketen aus Geotextil und Adsorbentmaterial. Schlussbericht Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit eawag, Dübendorf, FH Bern, GSA, Bern, ASTRA, Bern, BUWAL, Bern. Dübendorf)
- DESTATIS (2005). Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung, Statistisches Bundesamt, Deutschland.
- Dierkes, C. (2008). Untersuchungen einer Behandlungsanlage für Straßenabflüsse an der Bremer Straße in Hamburg-Harburg, Hydrocon GmbH.
- DIBt (2011): Zulassungsgrundsätze Niederschlagsbehandlungsanlagen
- DWA, 2011: Entwicklung von Prüfverfahren für Anlagen zur dezentralen Niederschlagswasserbehandlung im Trennverfahren, , gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (AZ 28940-23)
- DWA-A 138 (2005). DWA-Arbeitsblatt 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- Fettig, J. (2008). Wirksamkeit eines dezentralen Behandlungssystems für Niederschlagswasser von Verkehrsflächen (CENTRIFOEL). Beseitigung von Niederschlagswasser. Essen, BEW Essen.
- Grüning, H. (2009). Regenwassereinleitungen in kanalisierte Gewässer, Behandlungsmöglichkeiten und Kosten. KA Korrespondenz Abwasser 2.
- Hilliges, R. (2007). Entwicklung eines dezentralen Behandlungssystems für hochbelastete Verkehrsflächenabläufe im urbanen Raum. München, Technische Universität München.
- Lange, G. (1999). Gutachterliche Aussage zur Reinigungsleistung des CENTRIFOEL Straßenablaufes, Achim.
- Leisse, R. (2008). Anlagen zur dezentralen Behandlung von Niederschlagswasser im Trennverfahren, Diplomarbeit am Fachgebiet Bauingenieurwesen, Fachrichtung Wasserwirtschaft, der Fachhochschule Köln.
- LANUV (2010). Dezentrale Niederschlagswassertrennung – Umsetzung des Trennerlasses
- Lutz, 1993; Wasserwirtschaftlicher Versuch zur Reinigung belasteter Niederschlagswässer von Dachflächen im Auftrage der MA 45, Wien 1993

Meyer et al., 2001; Untersuchungen zur Filterwirkung und zum Schadstoffrückhaltevermögen von geotextilen Filterelementen. Informations- und Vortragstagung der Fachsektion „Entwässern, Filtern und Abdichten mit Geokunststoff“. Geotechnik FS-KGE

Sieker, F., et al., (1997). Möglichkeiten einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten, untersucht und demonstriert am Beispiel der Städte Dortmund und Zwickau - Materialsammlung des Teilprojektes Wasserwirtschaft -. Hannover, SuG-Verlagsgesellschaft.

Sommer, H. (2007). Behandlung von Straßenabflüssen, Anlagen zur Behandlung und Filtration von Straßenabflüssen in Gebieten mit Trennsystemen. Dissertation an der Leibniz Universität Hannover.

Sommer, H. (2008). Untersuchung des dezentralen Niederschlagswasser-Behandlungssystems *INNOLET* (Nachrüstbare Filteranlage im Straßensinkkasten). Beseitigung von Niederschlagswasser. Essen, BEW Essen.

Sommer, H. (2009). Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit eines nachrüstbaren Straßenablaufilters. KA Korrespondenz Abwasser 2.

Sommer, H., Post, M. (2011). *INNOLET G* (getaucht), Entwicklung und Erprobung der *INNOLET*-Filterpatrone, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt zur Nachrüstung vorhandener Straßengullys mit Nassschlammfang

Stein, R. (2008). Auswirkungen optimierter Straßenabläufe auf Feststoffeinträge in Kanalisationen. Aachen.

Werker et al, 2011; Niederschlagsabwasserbehandlung in Trennsystemen – Umsetzung des Trennerlasses, Vortrag BEW 12.7.2011

Wien, 2006; Technische Richtlinie zur Dimensionierung von Anlagen zur Reinigung von Dachflächenwässern, Wien April 2006

Firmeninformationen

Fa. 3P Technik

- Informationen zum System *Hydrosystem* aus dem Internet: www.3ptechnik.de, 2008
- 3P Hydrosystem Produktblatt 2013
- Detaillierte Reinigungsleistung, www.3ptechnik.de, 2013

Fa. ACO

- Technische Unterlage ACO Straßenablauf Combi-point für Trocken- und Nassschlamm, 2008, 2013
- Technische Unterlage ACO OLEOTOP, 2008

- Preisliste Fa. ACO, 2009, 2013

Fa. Aqua Clean

- Technische Informationen zum System *AQUA-FOEL*, 2009
- Unterlagen zu AquaClean, www.aquaclean.org, 02/2013

Fa. AWAS

- Unterlagen AWAS RiStWaG KOA System, 2008/2009
- Mündliche Information, 2008
- Prospekt Galaxie-System, 2013

Fa. ENREGIS:

- Datenblatt zum Absorptionsfilterschacht ESAF, www.enregis.de, 02/2013
- Datenblatt zum ENVIA-CRC Filter www.enregis.de, 2013

Fa. Eurofiltrator

- Datenblatt zum Filterschacht, <http://www.Eurofiltrator.de>, 03/ 2013
- Wartungsanleitung zum Filterschacht, <http://www.Eurofiltrator.de>, 03/ 2013

Fa. Fränkische

- mündliche Informationen, 2007/2008/2009
- Handbuch zur Bewirtschaftung von Regenwasser, Stand 05/2008
- Wartungsbeschreibung für Regenwasserbehandlungsanlagen Sedi-pipe, 07/2008
- Wartungsbeschreibung für Regenwasserbehandlungsanlagen Sedi-substrator, 07/2008
- Wartungsbeschreibung für Regenwasserbehandlungsanlagen *Rigo-clean*, 07/2008
- Preiskatalog „Drainagesysteme“, www.fraenkische-drain.de, 03/2013
- Handbuch „Das Handbuch zur Regenwasserbewirtschaftung“, www.fraenkische-drain.de, 03/2013

Fa. Freylit:

- Mündliche Informationen, 2013
- Systemplan Sickerschacht, 1997
- Technische Richtlinie zur Dimensionierung von Anlagen zur Reinigung von Dachflächenwässern, 04/2006
- Beschreibung der Aktivkohle-Sickerschachteinlage, 02/2013
- Produktbeschreibung des Ölbindematerials, 02/2013
- Informationen zu Adsorptionsfiltermatten zum Einbau in Sickerschächte, 02/2013

Fa. Funke

- Technische Information zu *D-Rainclean*, Behandlung und Versickerung von belasteten Niederschlagsabflüssen, 2007
- Einbauempfehlung *D-Rainclean*, 2007
- Mündliche Informationen, 2007/2008/2009

Übersicht dezentraler Straßenabwasserbehandlungsanlagen - Stand 09/2015

- Technisches Datenblatt „INNOLET G“, www.funke.de, 04/2013

kömmlichen, zentralen Anlagen der Regenwasserbehandlung, 2013

Fa. Hauraton

- Katalog: aquabau- Das Programm für ein nachhaltiges Regenwassermanagement, Ausgabe 3.6, 2013
- Preisliste Hauraton Drainfix 2012
- Video: Filtersubstratrinne *DRAINFIX CLEAN* zur Reinigung von verschmutztem Regenwasser www.youtube.com/watch?v=q83in87W1Q8

Fa. Rehau

- Regenwasserbewirtschaftung, nachhaltige und effektive Lösungen, Stand 2008
- Mündliche Informationen, 2007/2008/2009/2013
- Katalog „Regenwasserbewirtschaftung“, www.rehau.com, 03/2013

Fa. HUBER

- Regenwasserbehandlung von Dächern, 2005
- Mündliche Informationen 2008/2009
- Produktkatalog, „Innovative Products Worldwide“, www.HUBER.de, 03/2013

Fa. Roval

- Prospekt: *CENTRIFOEL*- dezentrale Reinigung, Stand: 11/2011
- Betriebs- und Wartungsanleitung der 3. Baureihe, Stand: 10/2009
- Bericht der Fachhochschule Ostwestfalen-Lippe zur Optimierung eines dezentralen Behandlungssystems für Niederschlagswasser von Verkehrsflächen, 09/2009
- Stellungnahme Prof. Lange zum Einsatz von *CENTRIFOEL*-Einläufen auf dem Betriebsgelände einer Aluminiumgießerei, Stand: 11/2010

Fa. Hydrocon

- Unterlagen zu HydroCon Filter, www.hydrocon.de, 2007

Fa. Hydro-International:

- Bericht „Up Flo Oils testing“, 2006
- Bericht „Field Evaluation of metals Removal“, 2006
- Informationen zu *Up-Flo Filter*, www.hydro-int.com, 02/2013
- Video: *Up-Flo Filter* unter www.hydro-int.com/us/products/up-flo-filter, 02/2013

Fa. Schreck

- „Untersuchungen zur Filterwirkung und zum Schadstoffrückhaltevermögen von geotextilen Filterelementen“, Institut für Geotechnik und Marktscheidewesen, TU-Clausthal, 2001
- Reinigungsempfehlung, www.schreck-filterelemente.de, 2013

Fa. MALL Umweltsysteme

- Anlagen zur Reinigung von Niederschlagswasser von Fahrbahnoberflächen, Mall Lamellenklärer, 5/2008
- Wartungsanleitung Lamellenklärer, 08/2008
- Technische Daten und Preise 2009
- Mündliche Informationen von Herrn Hinz, 01/2013
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt, 09/2011
- Unterlagen zum *ViaPlus*, www.mall.info, 02/2013
- Projektbeschreibungen, www.mall.info, 02/2013

Fa. Valperz Scarabeus

- Technische Informationen zum System *CENTRIFOEL*, 2008
- Mündliche Informationen, 2008

Fa. Wallner & Neubert GmbH

- Informationen zu *Purasorp* - Adsorptionsfilter für Regenwasser, www.pwn.at, 02/2013
- Mündliche Informationen von Herrn Bauer, 02/2013

Fa. MeierGuss

- Mündliche Informationen von Herrn Röske, 02/2013
- Prüfbericht vom TÜV Rheinland, 08/2012
- Kostenvergleich anhand einer exponierten Pilotstrecke, 11/2012
- Dokumentation Feldversuchsanlage *Budavinci*, 2010-2012
- Video: Behandlungsanlage *Budavinci* 02/2013 www.3ptechnik.de/25-0-Budavinci-.html,
- Informationsbroschüre zum *Budavinci*, www.meierguss.de, 02/2013

Fa. Wavin

- Technisches Handbuch „Regenwasserbewirtschaftung“, www.wavin.de, 03/2013

Fa. Pecher Technik

- Datenblatt zum *FiltaPex* BE/WE, www.pecher-technik.de, 03/2013
- Gutachten zu *FiltaPex*, Nachweis der Vergleichbarkeit des Filterschachtsystems *FiltaPex* zu her-