



RW-Bewirtschaftung

Überblick

Funke Kunststoffe



Regenwasserbewirtschaftung

Gliederung

1. Regenwasserbewirtschaftung – Der Hintergrund
2. Regenwasserversickerung
3. Regenwasserrückhaltung und Speicherung
4. Regenwasserbehandlung mit Filtersubstraten
5. Weitere Entwicklungen
6. Fazit

Regenwasserbewirtschaftung



unbefestigte Fläche



befestigte Fläche

Quelle: <http://www.ecobine.de/print.php?SESSID=5d7092d85d384778d6c3226dcb5d3204&id=3.5.3&kurs=11&l=de> (03.12.2018)

Regenwasserbewirtschaftung

Der Hintergrund des Regenwassermanagements

Zunehmende Starkregenereignisse durch klimatische Veränderungen → Überlastung der Kanalisationen

Lange Trockenperioden durch klimatische Veränderung führen zu geringen Brauchwasserständen





Regenwasserbewirtschaftung

Der Hintergrund des Regenwassermanagements

- Entlastung der Kanalisation
- Förderung der Grundwasserneubildung
- Speichermöglichkeiten für Regenwasser
- Behandlung
- Reduzierung von Hitzeinseln durch Verdunstung
 - Entlastungsmöglichkeiten: **Versickerung & Retention**
 - Grundwasserneubildung: **Versickerung**
 - Speichermöglichkeiten: **Brauchwasserspeicher**
 - Behandlung: **Regenwasserbehandlungsanlagen**
 - Verdunstung: **Pflanzenstandorte + Brauchwasserspeicher**



Regenwasserversickerung

Regenwasserversickerung



Möglichkeiten der Versickerung

Versickerungsmulden

Versickerungsrigolen

sofern die Bodenverhältnisse (Bodendurchlässigkeit, beschrieben durch den kf-Wert) und die Umgebung (Sonderfälle sind z.B. Kontaminierung des Bodens, erhöhtes Schutzniveau in Wasserschutzonen) es zulassen.





Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

D-Raintank 3000® - Rigolen-System

aus dem Werkstoff **PVC-U**

97% Speichervolumen

Abmessung = 600 x 600 x 600 mm

smallbox = 600 x 600 x 330 mm **NEU**

mit **optimierten Einbauparametern**

unter „**SLW 60**“ Bedingungen (ab 80 cm Ü.)

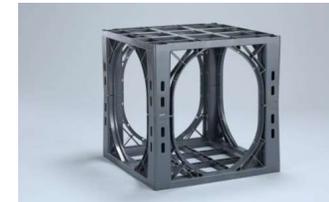
anschließbare Nennweiten **bis DN/OD 500**

optional mit **Spül- und Sedimentationsrohr**

Optimale Zugänglichkeit



mit DIBt-Zulassung





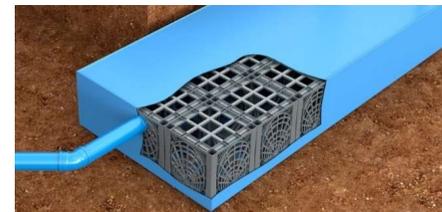
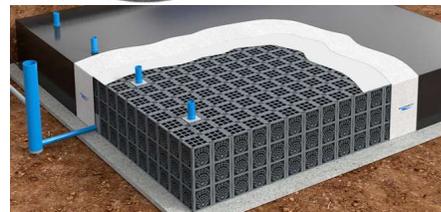
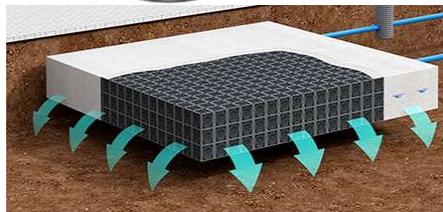
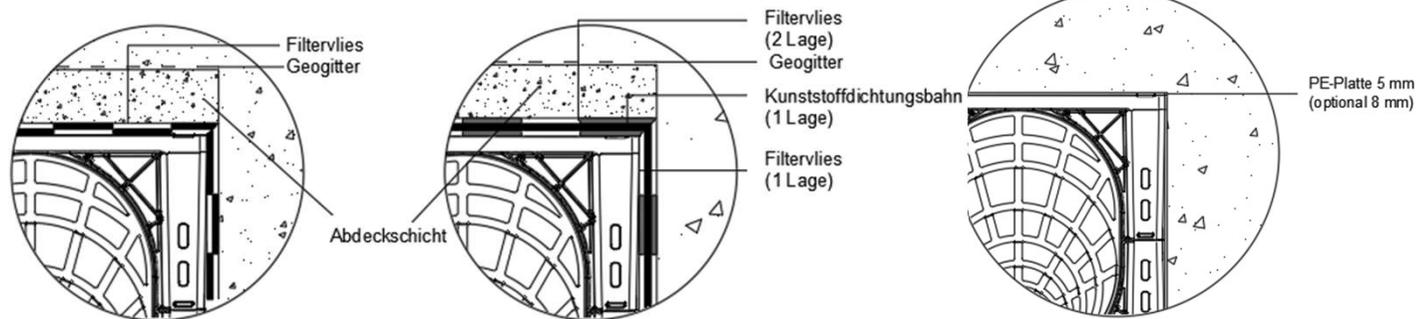
Regenwasserbewirtschaftung

Verschiedene Aufbauten:

Regenwasser-
versickerung

Regenwasser-
retention

Regenwasser-
speicherung





Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

Platzsparende Versickerungsrigolen



1 Lage D-Raintank 3000
+ 1 Lage Smallbox

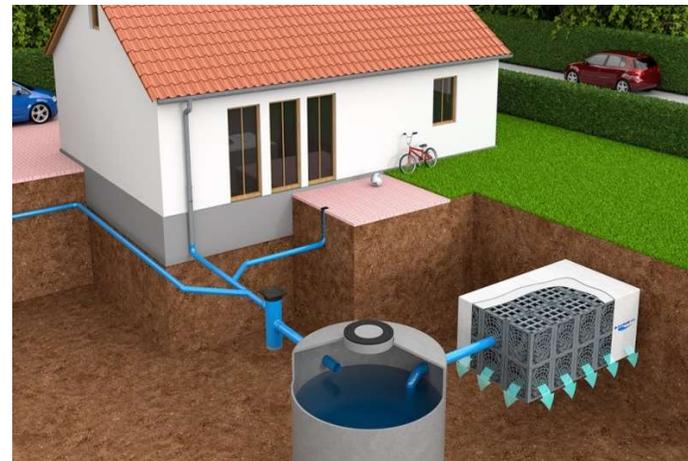


Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

Beispiele für Versickerungsrigolen?

Mit oder ohne RW-Zisterne



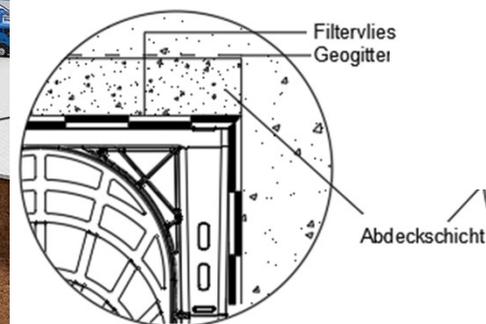


Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

Einbauvariante Regenwasserversickerung:

D-Raintank 3000® Rigolen werden mit Filtervlies ummantelt
Filtervlies verhindert das Eindringen größerer Feststoffe und regelt
die Versickerung





Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

D-Raintank 3000® - Spülbar

Anschlussnennweiten bis DN/OD 500

Optional mit Spülrohren ausgestattet



Kamerabefahrung vor dem Spülvorgang



Kamerabefahrung nach dem Spülvorgang



Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

D-Raintank 3000® - der neue Block

Inspizierbar durch Anordnung von Inspektionsblocks und -elementen





Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

D-Raintank 3000® - der neue Block
Begehbare durch Anordnung von Funktionsblocks





Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

D-Raintank 3000® - Statisch hoch belastbar

Hohe vertikale und horizontale Langzeittragfähigkeit

SLW60 ab 80 cm Erdüberdeckung möglich

Einbau unter Straßen bis Bk 3,2 zulässig

Erdüberdeckung bis 3,5 m möglich

Bis zu 3 Lagen = 1,8 m



Regenwasserversickerung

Das Produkt – D-Raintank 3000®

Platzsparende Versickerungsrigolen



Herxheim



Elchingen,
NBG Thalfinger Strasse



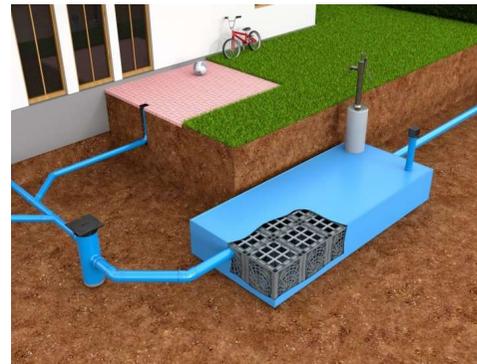
Regenwasserrückhaltung Regenwasserspeicherung

Regenwasserrückhaltung

Wozu dient Regenwasserrückhaltung?

Kanalisationen können bei Starkregenereignissen Wassermengen oftmals nicht verarbeiten → Schutz vor Überschwemmungen durch zusätzliche Rückhaltevolumen

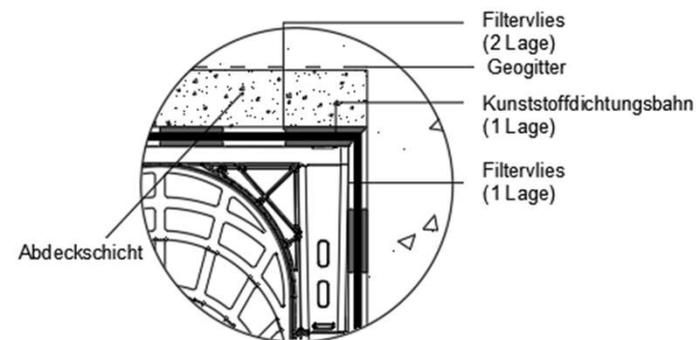
In Trockenperioden ist ein Zurückgreifen auf Regenwasserreservoirs besonders nützlich (Bsp. Bewässerung)



Regenwasserrückhaltung

Bauseitige Ummantelung mit KDB

Die KDB wird zum Schutz vor Beschädigungen beidseitig mit einem Vlies versehen.



Regenwasserrückhaltung

Variante 1 zur RW-Rückhaltung (KDB vor Ort)

Einbau der D-Raintank 3000 Elemente inkl. wasserdichter
Einschweißung durch zertifizierte Schweißer



Regenwasserrückhaltung



Ausführung Vlies-Folie-Vlies



Regenwasserrückhaltung



Raumsparende Anlagen



Regenwasserrückhaltung, Starnberger See



Regenwasserrückhaltung

KS-Bluebox

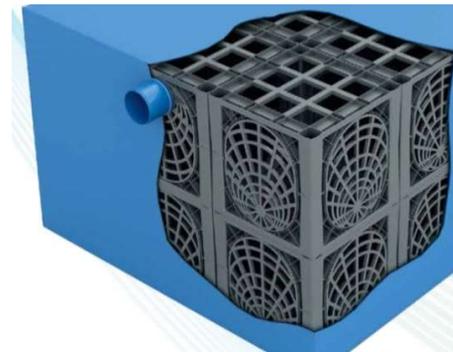
werkseitig vorgefertigte (ummantelte) Rigolenkörper (RRB) kommen anschlussfertig zur Baustelle

Terminabsprache mit Schweißfachbetrieb entfällt!

zusätzliches Vlies wird nicht benötigt

mehrere Bluebox-Elemente können auf der Baustelle verbunden werden

witterungsunabhängiger Einbau

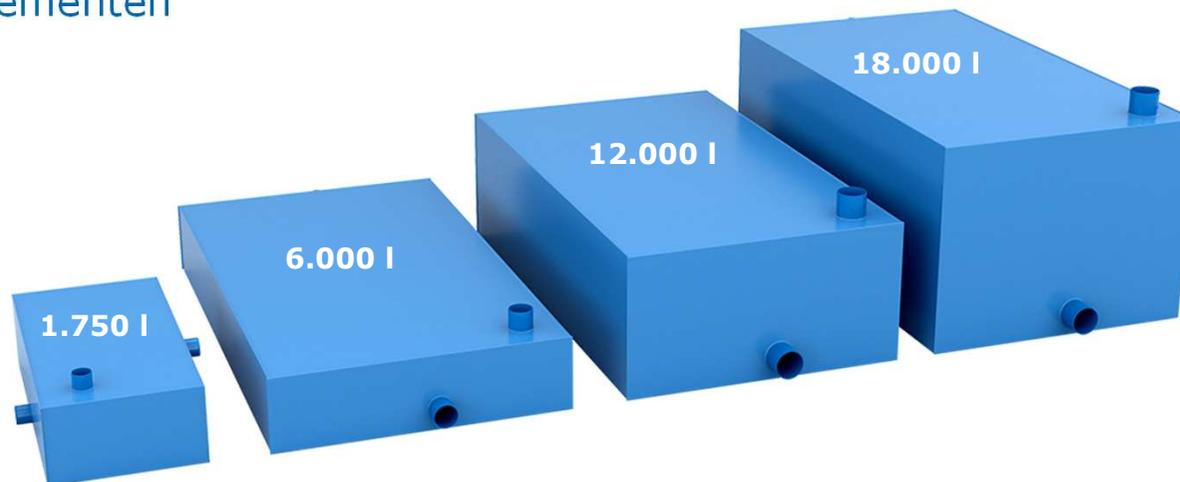




Regenwasserrückhaltung

Variante 2 zur RW-Rückhaltung (KS-Bluebox)

- vorgefertigte eingeschweißte Boxen aus D-Raintank 3000 Elementen



Maximale Größe*: L 12,0 m x B 2,40 m x H 1,80 m \approx 50 m³ am Stück

Regenwasserrückhaltung



KS-Bluebox

9 Anlagen à 7,20 m x 2,40 m x 1,20 m in Berlin, Stiftsweg



Regenwasserrückhaltung



KS-Bluebox



Raisting am Ammersee



Regenwasserrückhaltung

KS-Bluebox

- Eine **53 m³** große Bluebox: 12,6 m x 2,40 m x 1,80 m in Bochum





Regenwasserrückhaltung

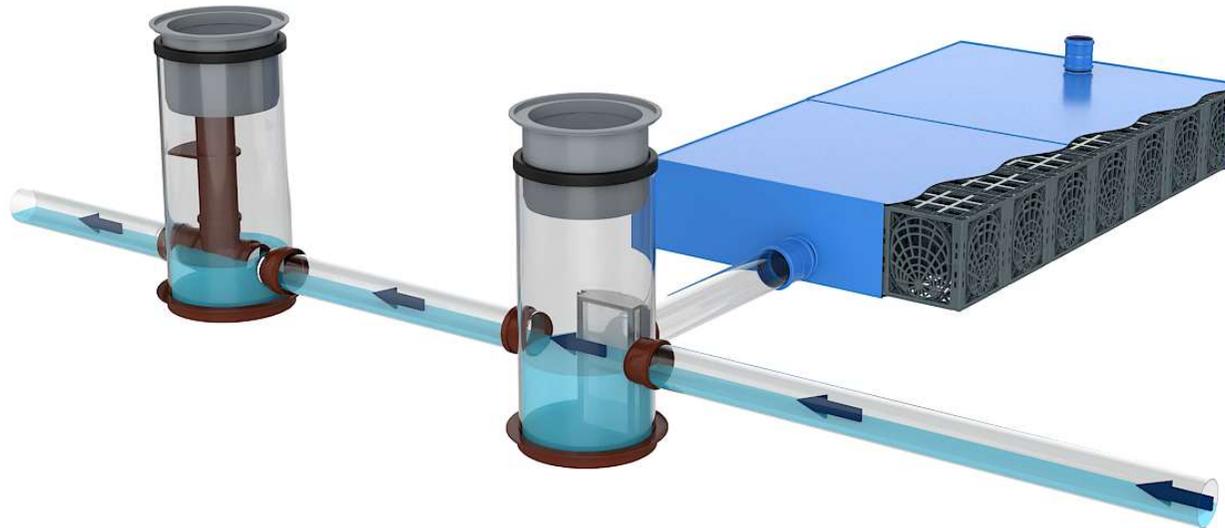
KS-Bluebox

- Eine **53 m³** große Bluebox: 12,6 m x 2,40 m x 1,80 m in Bochum



Regenwasserrückhaltung

Anordnung der KS-Bluebox im „Nebenschluss“





Verdunstung

Verdunstung

Anlegen von Baum- und Pflanzenstandorten

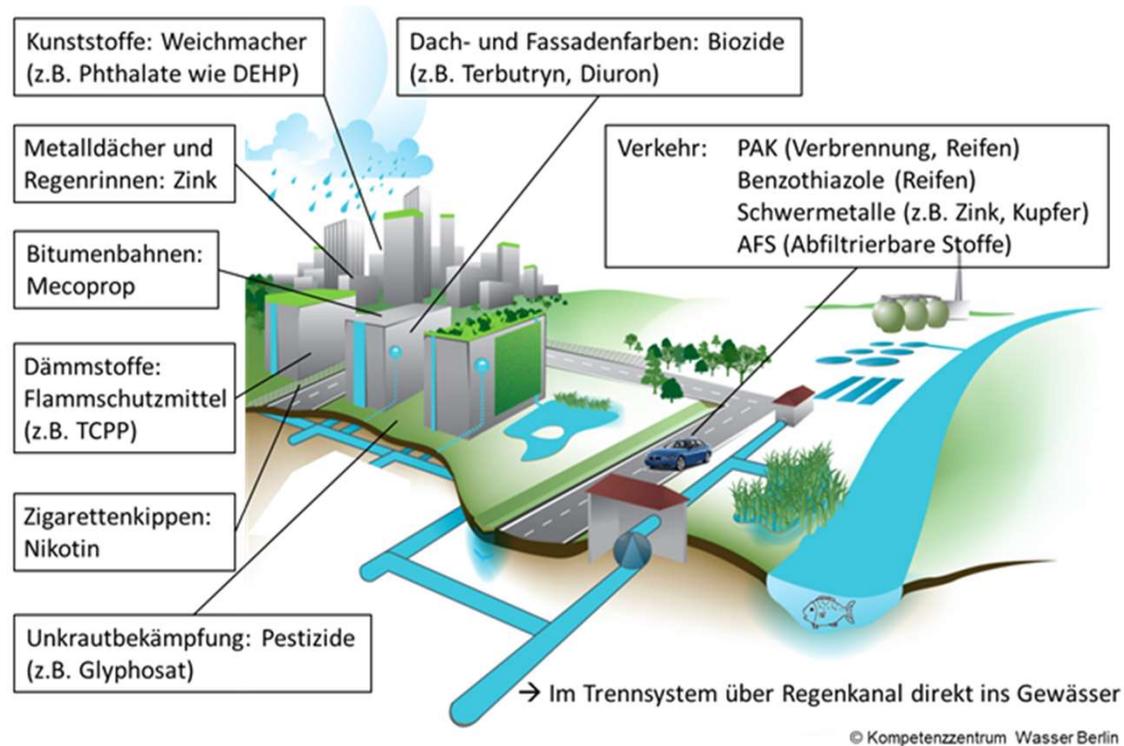




Regenwasserbehandlung

Regenwasserbehandlung

Welche Schadstoffe sind im Niederschlagswasserabfluss zu erwarten?



Grundlagen



Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



Quelle: ---
Funke Kunststoffe

Grundlagen



Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



Quelle: ---
Funke Kunststoffe

Grundlagen



Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



Quelle: ---
Funke Kunststoffe



Grundlagen

Das "Warum" der Regenwasserbehandlung

Belastung von Niederschlagsabflüssen (DWA-M 179-1 (GD, 2024))

- Vielfältige Einflussfaktoren
 - Lage, Art, Nutzung einer Herkunftsfläche
 - Saisonale Effekte
- Stofflich & räumlich heterogene Belastung
- Für bestimmte Flächen spezifische Zusammensetzungen

Stoffspektrum / Kategorisierung



Feststoffe
(AFS, AFS63)



**Kohlen-
wasserstoffe**
(MKW, PAK)



Metalle



**Organische
Spurenstoffe**

Quelle: DWA.(Hrsg.) (2024): Merkblatt DWA-M 179-1, Entwurf. Hennef.

Funke Kunststoffe



Das „Warum“ der Regenwasserbehandlung

Schadstoffcocktail – Regenwetterabfluss urbaner Gebiete

- **Chemische Charakterisierung:**
 - Schwermetalle (Blei, Kupfer, Zink, Cadmium)
 - Nährstoffe (Phosphor, Stickstoff)
 - Organische Verbindungen (MKW, PAK, Biozide, „Mikroschadstoffe“)
 - Sonstige Stoffe (Salze, Tenside, Reinigungsmittel)
- **Biologische Charakterisierung:**
 - Biologisch abbaubar / nicht abbaubar
 - Tierkot, Bakterien, Viren



Das „Warum“ der Regenwasserbehandlung

Schadstoffcocktail – Regenwetterabfluss urbaner Gebiete

- **Physikalische Charakterisierung:**

- **Partikulär gebundene**

Schwermetalle (Cu, Zn, Cd, Pb, Ch, Ni...)
organische Stoffe (PAK, MKW, Spurenstoffe, Pflanzenschutzmittel..)
von Hof- und Verkehrsflächen
Leitparameter AFS63 (Partikel kleiner 63 Mikrometer)

- **Gelöste Stoffe**

Schwermetalle (Cu, Zn, Cd, Pb, Ch, Ni...)
organische Stoffe (PAK, MKW, Spurenstoffe, Pflanzenschutzmittel..)
von Dach-, Hof- und Verkehrsflächen
Chloride, Cyanide

Das „Warum“ der Regenwasserbehandlung

Schadstoffcocktail – Regenwetterabfluss urbaner Gebiete

- „Hauptquellen“ der Schadstoffe

- Verkehrsflächen

Reifenabrieb, 6PDD-Chinon, Schwermetalle, PAK's, MKW



Das „Warum“ der Regenwasserbehandlung

Schadstoffcocktail – Regenwetterabfluss urbaner Gebiete

- „Hauptquellen“ der Schadstoffe

- Dächer, Fassaden
- Schwermetalle, organische Spurenstoffe



Helmreich, 2024

Grundlagen



Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



**Gesetze &
Regelwerke**

Wasserhaushaltsgesetz

Technische Regelwerke

- DWA-A 102-2
- DWA-A 138-1
- DWA-M 179-1 (GD, 2024)
- REwS

Länderspezifische Regelungen

- Z. B. NRW Trennerlass

Quelle: ---

Funke Kunststoffe



Grundlagen

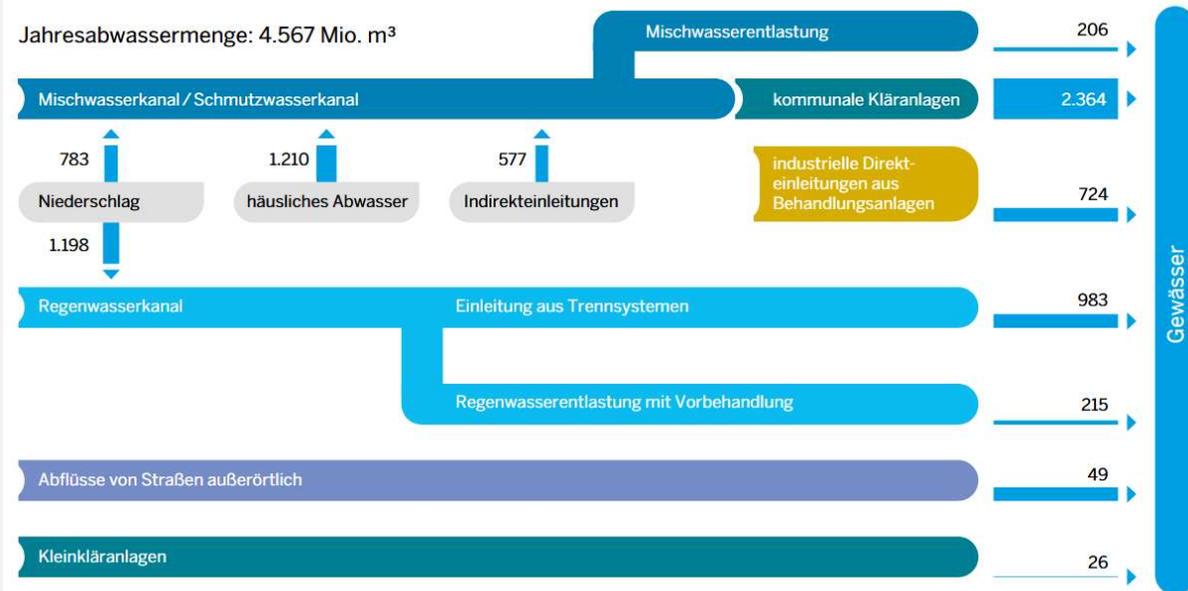
Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



Umweltschutz

Abwässer in Mio. m³/a

Jahresabwassermenge: 4.567 Mio. m³



Stand: 2020

Quelle: LANUV NRW (2020): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, Stand 2020, 19. Auflage.

Grundlagen



Das "Warum" der Regenwasserbehandlung



Umweltschutz

Tabelle 9.1.1 Gewässerbelastungen aus kommunalen und industriellen Einleitungen in NRW

Eintragspfad	Abwassermenge		TOC-Fracht		N _{ges} -Fracht		P _{ges} -Fracht		AOX-Fracht	
	[Mio. m³/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
Kommunale Abwasserbehandlung	2.364	52	19.215	30	14.163	54	829	28	45	39
Kleinkläranlagen	26	<1	1.701	3	1.403	5	164	5	<1	<1
Niederschlagswassereinleitung aus Trennsystemen	1.198	26	29.948	46	4.792	18	1.198	41	24	21
Niederschlagswassereinleitung von außerörtlichen Straßen	49	1	1.234	2	197	<1	49	2	1	<1
Mischwasserentlastung	206	5	7.213	11	1.649	6	412	14	10	9
Industrielle Direkteinleitungen	724	16	5.255	8	3.838	15	300	10	33	30
Gesamt NRW	4.567	100	64.566	100	26.042	100	2.952	100	113	100

Eintragspfad	Cu-Fracht		Zn-Fracht		Pb-Fracht		Cd-Fracht		Cr-Fracht		Ni-Fracht		Hg-Fracht	
	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
Kommunale Abwasserbehandlung	12	10	74	10	<1	<1	0,03	<1	4	13	11	22	0,006	18
Kleinkläranlagen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,01	<1	<1	<1	<1	<1	<0,001	<1
Niederschlagswassereinleitung aus Trennsystemen	78	68	515	72	114	88	2,88	88	18	60	35	69	0,012	35
Niederschlagswassereinleitung von außerörtlichen Straßen	3	3	21	3	3	2	0,06	2	<1	3	<1	2	0,001	3
Mischwasserentlastung	19	17	80	11	11	9	0,25	8	4	13	2	4	0,004	12
Industrielle Direkteinleitungen	2	2	25	3	<1	<1	0,07	2	3	10	2	4	0,011	32
Gesamt NRW	113	100	715	100	128	100	3,29	100	29	100	51	100	0,034	100

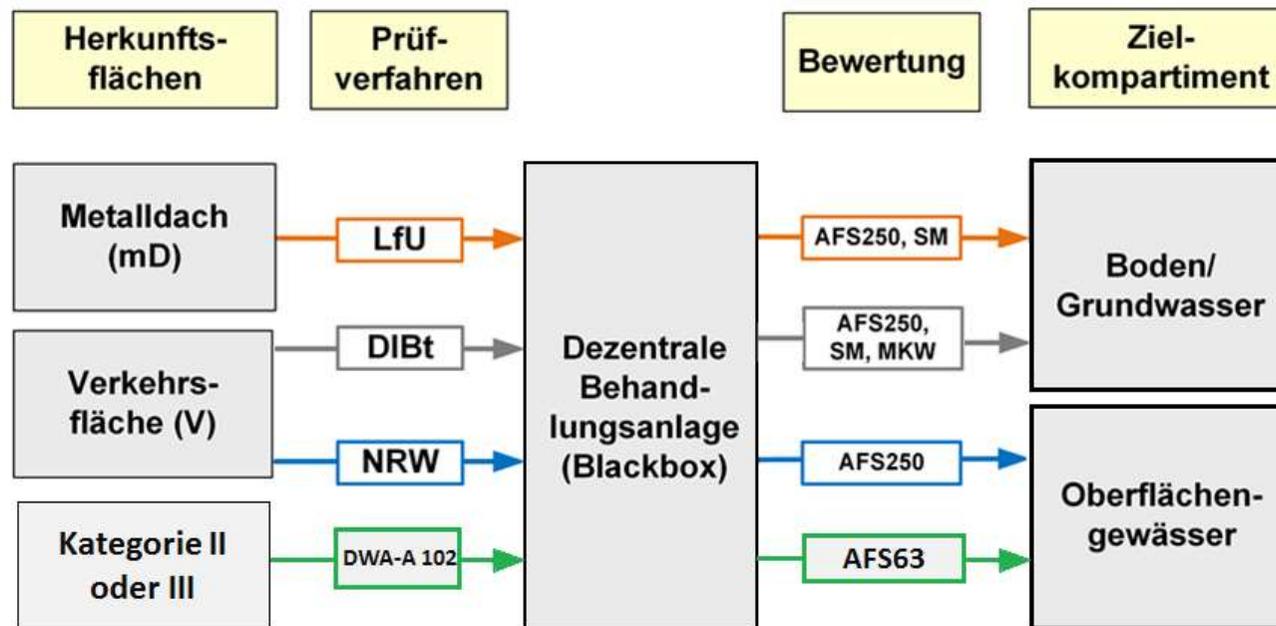
Stand: 2020

Quelle: LANUV NRW (2020): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, Stand 2020, 19. Auflage.

Wie wird eine Anlage getestet?

Zulassungsgrundsätze des DIBt

➤ Übersicht der Prüfverfahren in Deutschland



Quelle: Dierschke

Regenwasserbehandlung

Technische Behandlungsanlagen vor Einleitung ins Oberflächengewässer



Ablaufeinsätze

Punktuelle Behandlung

Sedimentation + Substrat

Ableitung in OG

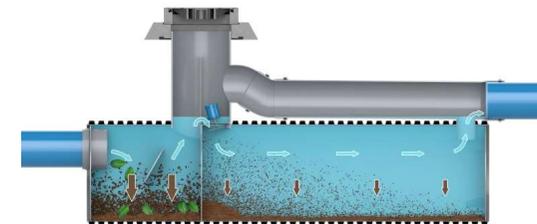


Schachtsysteme ohne Filterstufe

Dezentrale Behandlung

Sedimentation

Ableitung in OG



Rohrsedimentationsanlagen

Semizentrale Behandlung

Sedimentation

Ableitung in OG



Regenwasserbehandlung

Technische Behandlungsanlagen vor Versickerung (DIBt-Zulassung)



Pflasterbeläge
 Flächenbehandlung
 Filtration
 Versickerung



Sickermulde / Filterrinne
 Linierversickerung
 Behandlung im Substrat
 mit/ohne vorgeschaltete
 Sedimentation
 Versickerung



Filter-
 schachtsysteme
 Dezentrale Behandlung
 Sedimentation +
 Substrat
 Versickerung



Behandlung im Straßenablauf

Regenwasserbehandlung



INNOLET® / INNOLET-G®

Filter zum Einsatz in Straßenabläufen

mit „NRW-Zulassung“ (vom IKT-Institut, GE)

bis zu 400 qm angeschlossene Fläche (500 x 500 mm)

bis zu 250 qm angeschlossene Fläche (300 x 500 mm)

Besonderes Merkmal:

bestehende Abläufe können nachgerüstet werden

DWA-M 153:

$D = 0,5$ (INNOLET-G: $D = 0,4$)

DWA-A 102: für INNOLET (-G)

$\eta_{AFS} = 65\%$ (75%)

$\eta_{AFS63} = 47\%$ (52%)



Regenwasserbehandlung



CompactClean

Filter zum Einsatz in Straßenabläufen

bis zu 250 qm angeschlossene Fläche (300 x 500 mm)

Besondere Merkmale:

- bestehende Abläufe können mit einem Klemmbügel nachgerüstet werden
- Neue Abläufe mit innovativer Anslusstechnik (Schnellverschluss)
- Leersaugen des Schlammfanges ohne Filterentnahme

DWA-M 153:

$$D = 0,4$$

DWA-A 102:

$$\eta_{AFS} = 77 \%$$

$$\eta_{AFS63} = 57 \%$$



Wartung



Ablaufeinsätze

Punktuelle
Behandlung

Sedimentation +
Substrat

Ableitung in
Gewässer

Kontrolle

In der Regel zu Beginn monatlich, danach
angepasst

Reinigung

Je nach System 2 bis 6 Mal jährlich

Bei vorhandener Substratstufe

Austausch des Substrats

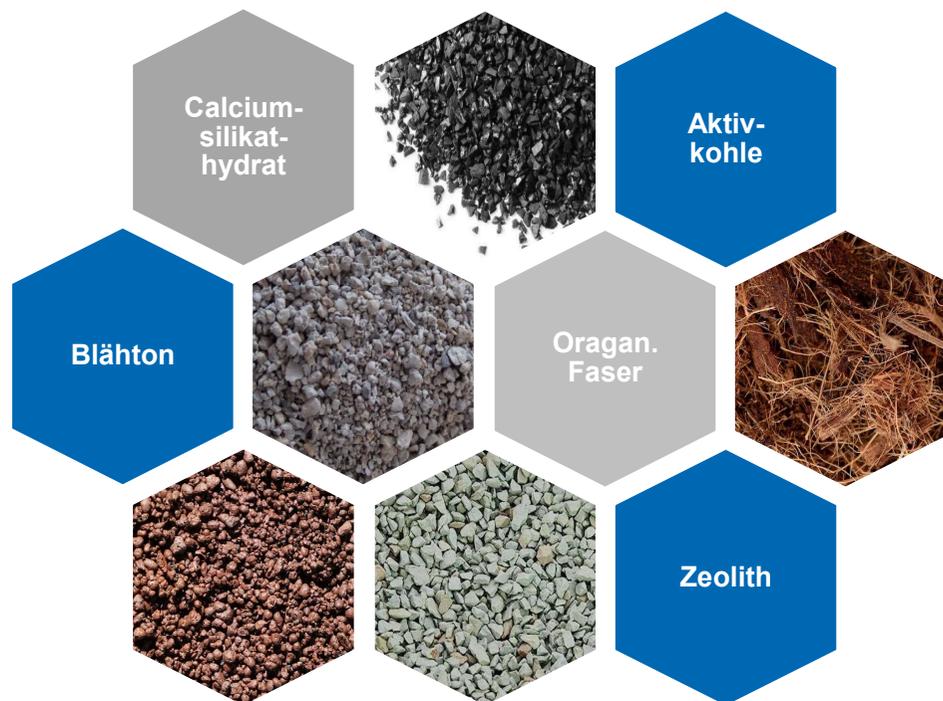
In der Regel 1 Mal pro Jahr



Behandlung durch Sedimentation + Subtratsstufe

Hintergründe zum D-Rainclean Substrat

Natürliche Komponenten



Schüttdichte

- ca. 600 kg/m³

K_F-Wert

- Bei Einbau ca. 5*10⁻³ m/s
- Im Betrieb ca. 9*10⁻⁴ m/s (Bemessung!)

Wirkmechanismen:

- Filtration
- Adsorption
- Ionenaustausch
- Fällung
- Bioturbation

Substratbehandlung



Anwendungsformen

Einsätze für Straßenabläufe



Innolet, Innolet-G,
CompactClean

Rinnensysteme



D-Rainclean Sickermulde
D-Rainclean Box

Schacht- und Kompaktanlagen



Filterschacht
Retentionsfilteranlage

Quelle: ---
Funke Kunststoffe

Regenwasserbehandlung



Filterschacht® DN 1000

bis zu 600 qm angeschlossene Fläche
monolithisch gefertigt aus PVC-U
anschließbare Nennweiten bis DN/OD 250

Filterschacht mit D-Rainclean Substrat

Trockenfallendes Substrat = geringere Kolmationsgefahr

mit DIBt-Zulassung



DWA-M 153:

$D = 0,15$

DWA-A 102:

$\eta_{AFS} = 98\%$

$\eta_{AFS63} > 80\%$

Funke-Filterschacht®



Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung



Deutsches Institut für Bautechnik

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
 Mitglied der EOTA, der UEAic und der WFTAO

Datum: 07.03.2018 Geschäftszeichen: II 32-1.84.2-4/10

Zulassungsnummer:
Z-84.2-19

Antragsteller:
 Funke Kunststoffe GmbH
 Siegenbeckstraße 15
 59071 Hamm-Uentrop

Zulassungsgegenstand:
 Anlage zur Behandlung von mineralölhaltigen Niederschlagsabflüssen für die Versickerung
 Funke-Filterschacht

Geltungsdauer
 vom: 7. März 2018
 bis: 7. März 2023

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung



Deutsches Institut für Bautechnik

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Zulassungs- und Genehmigungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Datum: 05.04.2023 Geschäftszeichen: II 31-1.84.2-4/10-2

Nummer:
Z-84.2-19

Antragsteller:
 Funke Kunststoffe GmbH
 Siegenbeckstraße 15
 59071 Hamm-Uentrop

Gegenstand dieses Bescheides:
 Anlage zur Behandlung von mineralölhaltigen Niederschlagsabflüssen für die Versickerung
 Funke-Filterschacht

Geltungsdauer
 vom: 5. April 2023
 bis: 8. März 2028

Wartungshinweise



Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

Filterschächte mit DIBt-Zulassung

Sedimentation + Filterstufe

Punktuelle Behandlung
Sedimentation / Filtration /
Adsorption / Ionenaustausch
Versickerung oder Ableitung



1 Mal jährlich Schlammspiegelmessung und bei Bedarf Leersaugen des Absetzraumes
Mindestens im Abstand von 4 Jahren
Wartung durch einen Fachkundigen

- Entleeren und Spülen der Anlage
- Austausch des Substrats
- Wiederbefüllung der Anlage



Baustellenfotos



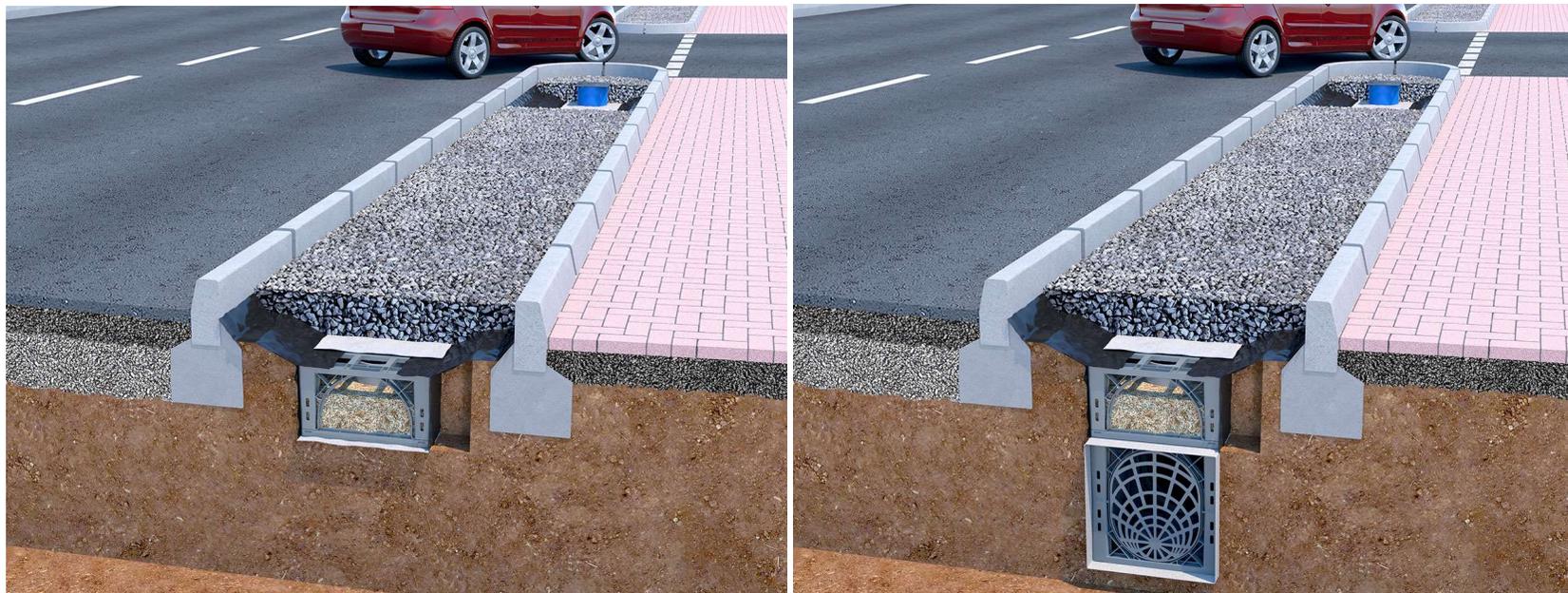
Baustellenfotos



Beispiele

Anlagenbewertung

D-Rainclean-Box



Beispiele

Anlagenbewertung nach DWA- M 153 und DWA-A 102

D-Rainclean-Box

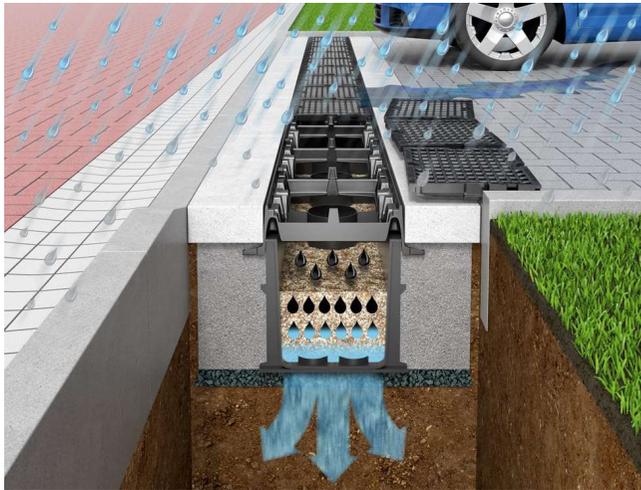
D-Rainclean® Box mit Substrat

- mit **DIBt-Zulassung** Z-84.2-32!
- bis zu **40 qm/lfm** angeschlossene Fläche
- einsetzbar in Grünstreifen, zwischen Gleisen der DB
- Definiertes Substrat = belebte Bodenzone
- Versickerung direkt vor Ort oder Ableitung
- Nachgewiesene **Standzeit von 40 Jahren**
- DWA-M 153 D = 0,15
- DWA-A 102 $\eta_{AFS63} > 80\%$ ($\eta_{AFS} = 98\%$)



Regenwasserbehandlung

D-Rainclean-Sickermulde



Zulassung des DIBt seit 2006
Z-84.2-1



Regenwasserbehandlung

D-Rainclean®- Sickermulde



Regenwasserbehandlung



D-Rainclean® Sickersmulde mit Substrat

mit DIBt-Zulassung seit **2006!**

bis zu 20 qm/lfm angeschlossene Fläche
einsetzbar in offener sowie „geschlossener“ Bauweise

Definiertes Substrat = belebte Bodenzone

Versickerung direkt vor Ort oder Ableitung

Nachgewiesene Standzeit von 40 Jahren

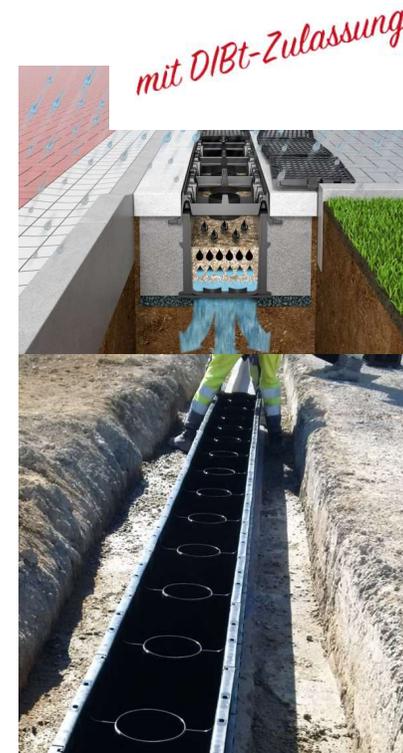
DWA-M 153:

$$D = 0,15$$

DWA-A 102:

$$\eta_{AFS} = 99 \%$$

$$\eta_{AFS63} > 80 \%$$



Beispiele

D-Rainclean-Sickermulde FE



Beispiele

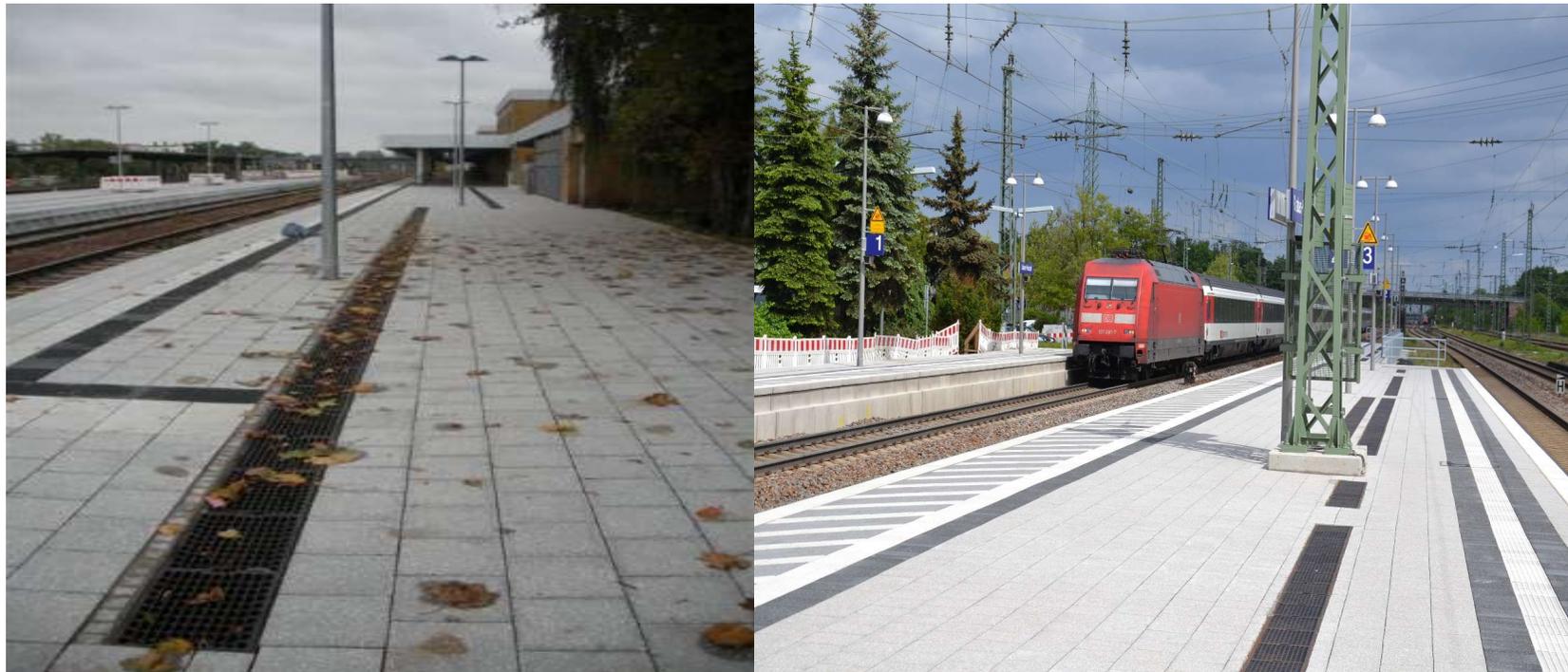


D-Rainclean-Sickersmulde, A5 Karlsruhe Durlach



Beispiele

Bahnhöfe Landau und Graben-Neudorf



Wartungshinweise

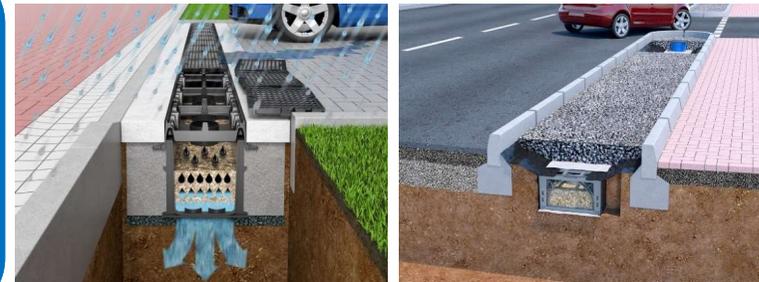


Sickermulde / Box mit Filtersubstrat mit DIBt-Zulassung

Sickermulde / Rinne
 Liniensickerung
 Behandlung im Substrat
 Versickerung oder Ableitung



- Anfangs
 Visuelle Kontrolle der Substrathöhe,
 bei Bedarf ergänzen
- Mindestens im Abstand von 10 Jahren
 Prüfung der spezifischen Versickerrate,
 z.B. mittels Open-End-Test
 + Bestimmung des Zn-Gehaltes im Substrat
- Rechnerische Standzeit 40 Jahre



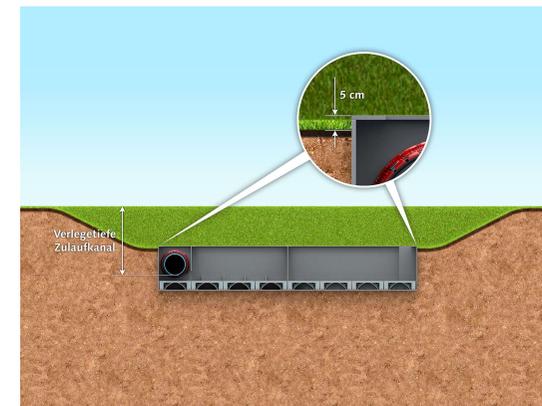
Beispiele

Anlagen zur Behandlung von Niederschlagswasserabflüssen

D-Rainclean-Retentionsbodenfilteranlage

D-Rainclean® Retentionsbodenfilteranlage

- bis zu **2.500 qm/Anlage** angeschlossene Fläche
- Bis zu **4 Anlagen** parallel schaltbar: **bis zu 10.000 m²**
- Definiertes Substrat = belebte Bodenzone
- **Standzeit von 4 Jahren**
- DWA-M 153 $D = 0,15$
- DWA-A 102 $\eta_{AFS63} > 80\%$ ($\eta_{AFS} = 98\%$)



Wartungshinweise

Neuentwicklungen

D-Rainclean-Retentionsbodenfilteranlage

Sedimentation + Filterstufe

Dezentrale Behandlung
Sedimentation / Filtration /
Adsorption / Ionenaustausch
Versickerung oder Ableitung

Halbjährlich:

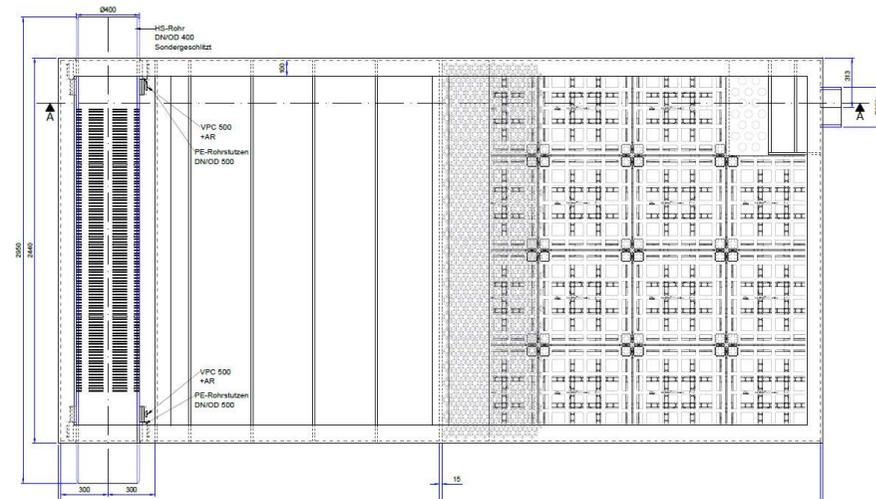
- Sicht und Funktionskontrolle

Jährlich:

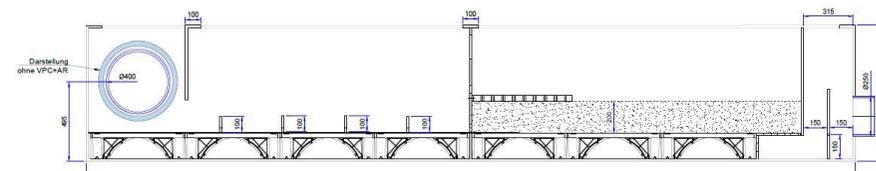
- Schlammspiegelmessung und bei Bedarf Leersaugen des Absetzraumes

Mindestens alle vier Jahre

- Entleeren und Spülen der Anlage
- Austausch des Substrates
- Wiederbefüllung der Anlage



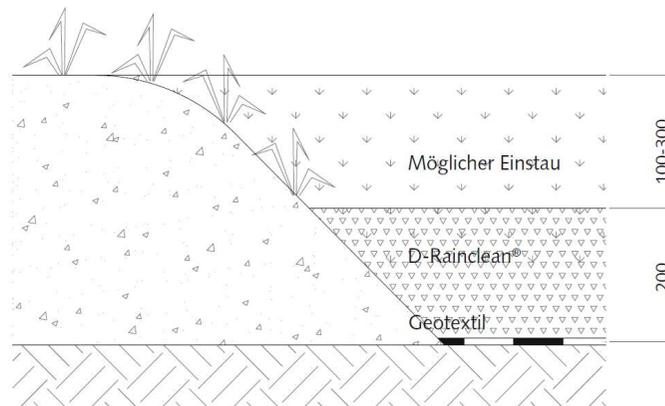
Schnitt A-A



Substratmulden

Filtermulde mit D-Rainclean-Substrat + D-Raintank-Rigole

- Bepflanzung möglich (siehe Bepflanzungsempfehlung)



Substratbehandlung



Anwendungsformen

Großflächige Behandlungsmulden



- Substrathöhe zwischen 0,30 bis 0,50 m, je nach Verhältnis Anschlussfläche zu Substratfläche/-volumen

Quelle: ---
Funke Kunststoffe

Behandlung und Versickerung

Filtermulde mit D-Rainclean Substrat; Progress Werke Oberkirch



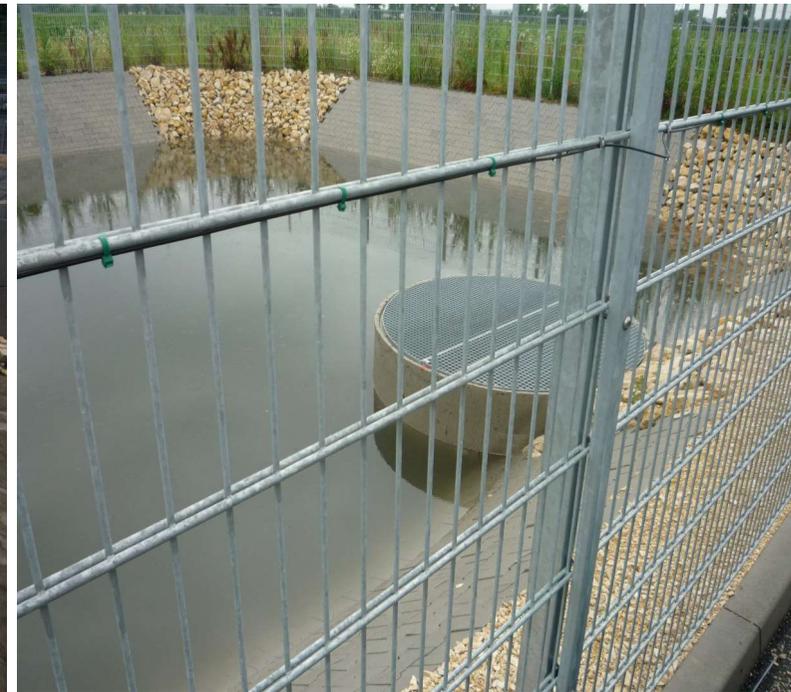
Behandlung und Versickerung

Filtermulde mit D-Rainclean Substrat; SMA, Kassel



Behandlung und Versickerung

Filterbecken, Fa. Interprotect in Laupheim





Substratbehandlung

Anwendungsformen

Einsätze für Straßenabläufe

- Sehr gut für Nachrüstung im Bestand & als hot-spot-Lösungen (Kreisverkehre, usw.)
- Kurze Austauschintervalle (1/a) wegen kompakter Bauweise
- Wirkungsgrade nicht ausreichend für Versickerung

Innolet, Innolet-G,
CompactClean

Rinnensysteme

- Ausgeglichenes Verhältnis zwischen Anschlussfläche und Substratoberfläche/-volumen
- Sehr wartungsarme Systeme mit hohen Austauschintervallen
- Für anschließende Versickerung zugelassen

D-Rainclean Sickermulde
D-Rainclean Box

Schacht- und Kompaktanlagen

- Kombinieren Sedimentation und Filtration
- Durch Parallelschaltung gute Anpassung an unterschiedlich große Einzugsgebiete
- Für anschließende Versickerung zugelassen

Filterschacht
Retentionsfilteranlage

Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Substratbehandlung



Hinweise für die Planung

Welche Vorteile bieten Anlagen mit technischen Substraten gegenüber natürlichen Behandlungsmulden?

- Höhere Durchlässigkeit des Filtersubstrats
→ geringere Fläche erforderlich
- Schadstoffe werden aufkonzentriert
→ geringes Bodenvolumen, das gegen Ende der Lebensdauer entsorgt werden muss
- Definierte Zusammensetzung
→ Sättigungsgrenzen für Schwermetalle bekannt
- Spezifische Substratlösungen für den Rückhalt besonderer Schadstoffe einsetzbar
→ Viel Erfahrung & starke Beratungskompetenz bei Funke vorhanden

Quelle: ---

Funke Kunststoffe



Substratbehandlung

Hinweise für die Planung

Hydraulische Bemessung (ausgenommen Schacht-/Kompaktanlagen)

- Bemessung nach DWA-A 138-1 erforderlich
- Verringerung der anfänglichen Durchlässigkeit eines Substrats durch Feststoffrückhalt
- dabei **betriebliche Durchlässigkeit** ansetzen (Erfahrungswert Hersteller)
- Bei Funke: $9 \cdot 10^{-4}$ m/s oder $5 \cdot 10^{-4}$ m/s, je nach Substrat
- Gesamtsystem betrachten:

Betriebliche Durchlässigkeit des Filtersubstrats	! ≥	Infiltrationsrate der darunterliegenden Schicht(en)
---	----------------------	--

**Andernfalls Zwischenspeicher (Rigole) oder Ableitung
erforderlich**

Quelle: ---
Funke Kunststoffe

Substratbehandlung



Hinweise für den Betrieb

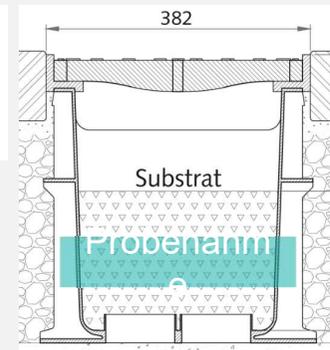
Untersuchungen D-Rainclean Sickermulde & D-Rainclean Box

- **Stofflich:** Gemäß DIBt-Zulassung alle 10 Jahre Zink-Gehalt [mg/kg TS] in der mittleren Substratschicht überprüfen

Tabelle: Prüfwerte des Zinkgehalts nach 10, 20 und 30 Betriebsjahren

Prüfzeitpunkt nach	10 Jahren	20 Jahren	30 Jahren
Zinkkonzentration g Zn / kg Substrat	0,7	1,4	2,1

- **Hydraulisch:** Überprüfung der Durchlässigkeit
- Maßgeblich zur Bestimmung der verbleibenden Standzeit, max. 40 Jahre



Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Substratbehandlung



Hinweise für den Betrieb

Einsätze für Straßenabläufe, Schacht- und Kompaktanlagen

- Gemäß Zulassung keine Untersuchungen; Austausch des Substrats nach festen Zeitintervallen
 - Innolet: 1 a
 - Funke Filterschacht: 4 a
 - Funke Retentionsfilteranlage 4 a

Großflächige Behandlungsmulden / technische Filter

- Kein zugelassenes System
- Je nach Anwendungsfall (und Verhältnis zwischen Anschlussfläche und Substratfläche/-volumen) lineare Verkürzung der Untersuchungsintervalle

Quelle: ---

Funke Kunststoffe



Substratbehandlung

Standzeit und Entsorgung

Einordnung eines Substrats nach Erreichen seiner Standzeit

- Nach LAGA M 20 (rechtlich nicht mehr bindend)
 - i. d. R. Zuordnungswert Z 2
- Nach AVV
 - 17 05 03* Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten
- Nach DepV
 - Eluat- und Feststoffanalytik erforderlich
 - Zuordnung zu einer Deponieklasse, üblich DK I oder DK 2 (gering bis hoch belastete Abfälle)

Quelle:
Funke Kunststoffe



Auswahl weiterer Entwicklungen/Untersuchungen

Sonstige Untersuchungen

Feldversuch seit 2012

Ort	Lemwerder, Niedersachsen Einspurige Landstraße L 875
DTV	2010: 6900 Kfz/24 h, SV 200 (> 3,5 t) 1 2021: 6300 Kfz/24 h, SV 400 (> 3,5 t) 2
Kategorie DWA-A 102-2	Kat. II, Flächengruppe V2
Niederschlag	705 mm/a
Filter-Flächen-Verhältnis	1 m ² Filteroberfläche / 40 m ² Fläche Entspricht 1 Lfm. Mulde / 12 m ² Fläche
Einbau der Versuchsanlage	November 2012
DIBt-Zulassung	Z-84.2-1
Sonstiges	Nutzung durch landwirtschaftliche Fahrzeuge Einsatz von Streusalz im Winter



¹ Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (Hrsg.) (2012): Verkehrsmengenkarte Niedersachsen 2010. 1: 250 000. Hannover.

² Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (Hrsg.) (2023): Verkehrsmengenkarte Niedersachsen 2021. 1: 250 000. Hannover.

Sonstige Untersuchungen

Mikroplastik

- Reifenabrieb stellt größte Primärquelle für Mikroplastik in Deutschland dar ¹⁰
- Größenordnung Reifenabrieb: zwischen 10 und 500 µm (99%)
- Versuchsreihe mit Reifenmehl (Labor- und Felduntersuchung)



Niederschlagswasser ■ FACHBERICHT

Elimination von Mikroplastik aus Reifenabrieb mittels Filtersubstratmulde

Neue Wege bei der Behandlung von Niederschlagswasser von Verkehrsflächen

Alexander Häring, Rudolf Töws, Christian Kazner

Mikroplastik, Reifenabrieb, Niederschlagswasser

¹⁰ Berling, J.; Bertling, R.; Hamann, L. (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen.

- Wirkungsgrade erreichen im Labor- & Feldversuch Werte > 99%
- Details: Fachbericht gwf-Wasser / Abwasser, Ausgabe 11 2023, S. 83 ff.

Substratbehandlung



Lösungen von Funke



D-Rainclean

Allrounder der
dezentralen
Regenwasser-
behandlung



UrbanClean

Regenwasser-
behandlung mit VSA-
Zulassung (Schweiz)



LakeClean

Schützt Gewässer vor
Phosphaten und
Schwermetallen



SpurClean

Optimiert für den
Rückhalt von
Spurenstoffen

Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Substratbehandlung



Lösungen von Funke



AgriClean

Behandelt
nitratbelastete
Niederschlagsabflüsse



RailClean

Für biozidhaltige
Abflüsse von
Gleisanlagen



MarinaClean

Konzipiert für Abflüsse
von Hafenanlagen



AreaClean

Für großflächige
Behandlungsmulden

Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Innovative Ansätze

Kreative Nutzung von Substraten

Technische Filter

- Feldversuche in Ostermündingen (CH), 2013: an einem technischen Filter, durch Hochschule für Rapperswil, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC)
- Besonderheit: Verhältnis zwischen zu entwässernder Fläche und Substrat ausgereizt → kleinerer Substratkörper, dafür häufigerer Austausch erforderlich



EZ
G

Rückhaltung

Technischer
Filter

Versickerung

Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Innovative Ansätze



Besondere Lösungen für besondere Herausforderungen

Entwicklung eines P-Adsorbers (LakeClean Substrat)

- Mineralisches, poröses Trägermaterial
- Benetzung mit Eisenverbindungen
- In Laborversuchen P-Beladung > 30 g/kg Substrat bei hohen $\text{PO}_4\text{-P}$ Zulaufkonzentrationen

Mögliche Anwendungsfelder

- Maßnahmen der Seentherapie
- Als zusätzliche Filterstufe im Ablauf von RW-Behandlungsanlagen vor sensiblen Gewässern
- Als Filterstufe hinter dem Ablauf der Nachklärung kleiner Kläranlagen ohne eine P-Fällung in der Biologie



Quelle: ---

Funke Kunststoffe

Innovative Ansätze

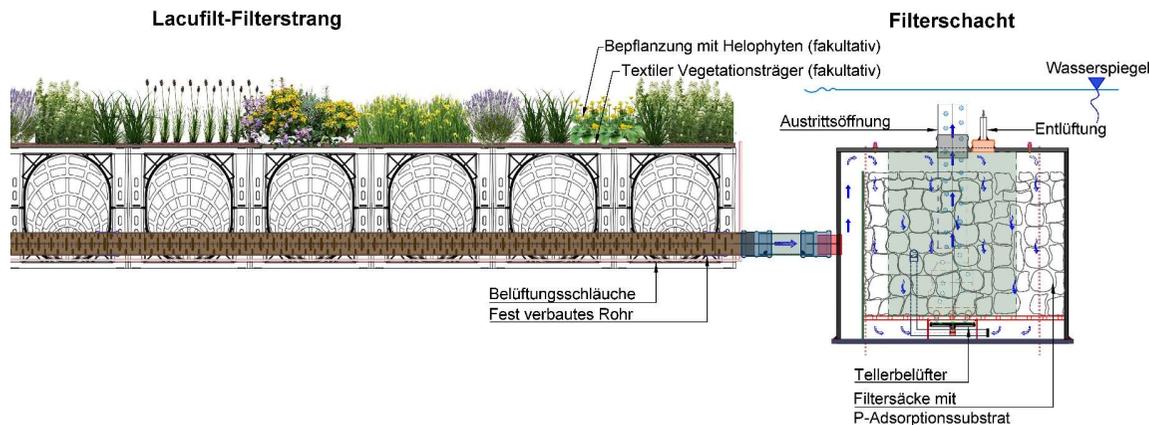


Besondere Lösungen für besondere Herausforderungen

Entwicklung eines P-Adsorbers (LakeClean Substrat)

Anwendungsbeispiel: Lietzensee, Berlin

- Innovatives Konzept zur Seesanieung
- Zweistufiges Filtersystem, linienförmige Vorfiltration ("Lacufilt") und punktuelle P-Adsorption
- Kontinuierliche Seewasserfiltration über 19 Filterstränge & -schächte, vollständig unter Wasser



Sonstige Untersuchungen

Organische Spurenstoffe

- D-Rainclean SPUR für optimierten Rückhalt organischer Spurenstoffe (Terbutryn, Diuron, Benzothiazol, Mecoprop)
- Siehe Publikation & Vortrag Aqua Urbanica 2022 <https://www.youtube.com/watch?v=mLuY-f-E0R4>

KWB

Publikation

Töws, R.; Steinweg, F.; Wicke, D.; Kenda, K.; Rouault, P.; Burkhardt, M.

2021

Zielen

Projekt
spur

Typ
Konferenzbeitrag

Publikation
p.119: Aqua Urbanica 2021, Innsbruck

Kontakt
Wicke, D.
Researcher
Rouault, P.
Deputy Director, Head of Department "Urban Systems"

Entfernung von Schwermetallen und organischen Spurenstoffen aus Regenwasserabfluss mit einem innovativen Substrat

Für den Einsatz in Regenwasserfiltern wurde ein innovatives Substrat entwickelt, das neben Schwermetallen wie Zink und Kupfer (auch in gelöster Form) eine Reihe im Regenwasserabfluss relevanter organischer Spurenstoffe zurückhalten kann. Das Substrat wurde in einem Pilotfilter über ein Jahr unter Realbedingungen getestet. Zu den untersuchten Spurenstoffen gehörten Diuron und Terbutryn als Wirkstoffe von Fassadenbeschichtungen (einschließlich dreier Transformationsprodukte) sowie Mecoprop aus einer wurzelfreien Bitumenbahn und Benzothiazol aus Dachdichtungsbahnen auf EPDM-Basis. Insgesamt wurden während 13 Monaten 17 Einzelereignisse und 2 Sammelproben genommen, die zusammen Regenereignisse mit einer Gesamthöhe von 410 mm repräsentieren. Das Spektrum der mittleren Zulaufkonzentrationen reichte von etwa 2000 µg/L und 200 µg/L für Zink bzw. Kupfer über 70 µg/L für Mecoprop und Diuron bis zu einstelligen Werten für Terbutryn und Benzothiazol. Für die Spurenstoffe zeigte sich zudem ein abnehmender Konzentrationstrend durch Auswascheffekte der untersuchten Flächen. Der Frachtrückhalt war für alle Substanzen hoch und reichte von 85 % Gesamtrückhalt für Mecoprop und gelöstes Kupfer bis zu 97 % für Diuron, Desmethyl-Diuron und Benzothiazol. Die weitestgehend unspezifische Stoffelimination lässt eine breite Anwendung des Substrats zu.

Seite teilen

Bild: Kompetenzzentrum Wasser Berlin
<https://publications.kompetenz-wasser.de/de/publication/1320/>

Funke Kunststoffe

Zeitgemäße Regenwasserbewirtschaftung

25.03.2025

91





Übersicht Anlagen

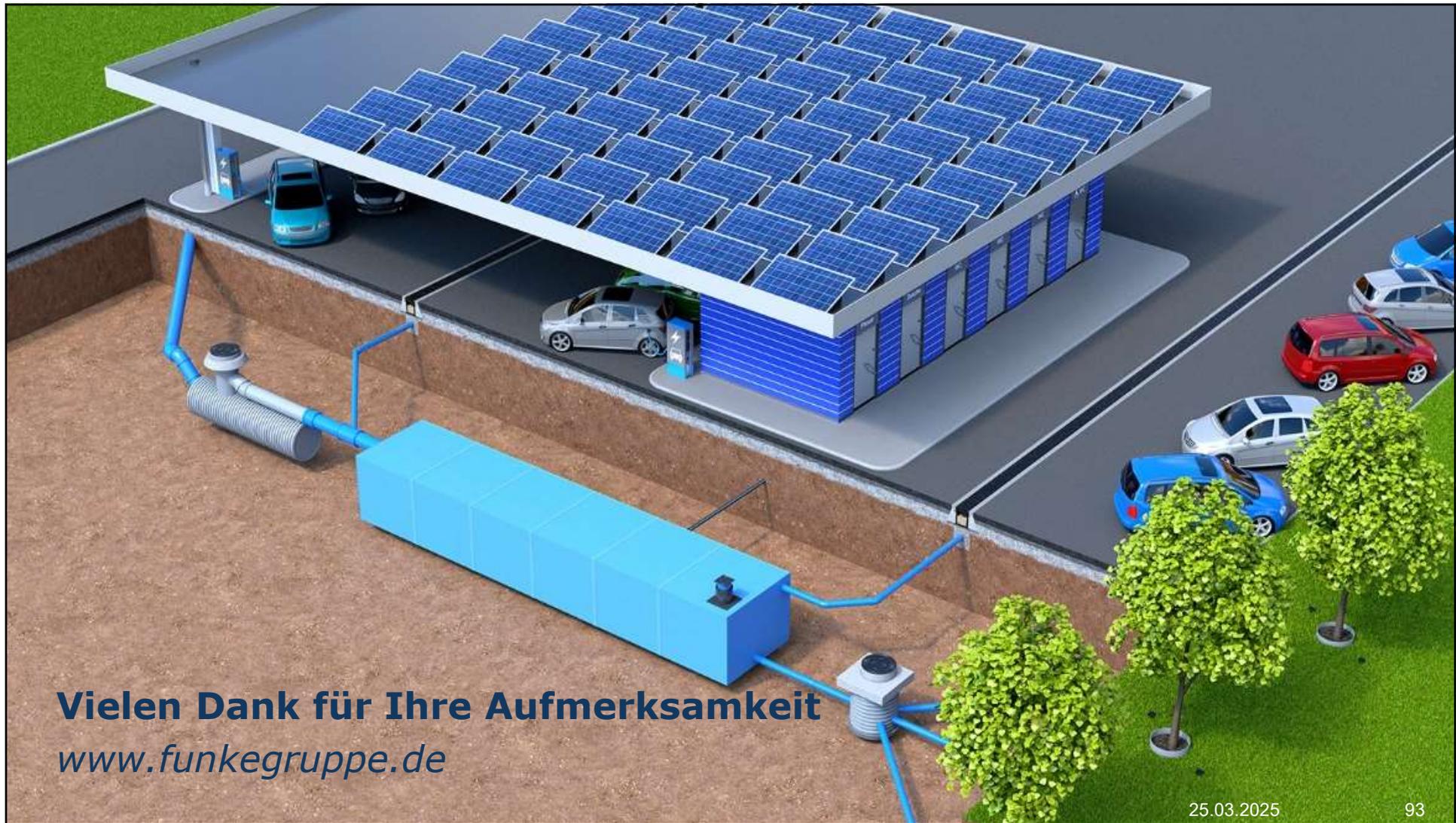
Funke Kunststoffe | Übersicht der Regenwasserbehandlungsanlagen (RBD)

System	Formelzeichen	Einheit	Innolet*	Innolet*-G	Funke Sedimentationsschicht	Funke Sedimentationsanlage DN 1000/4 DN 1000/6	Funke Filterschicht* DN/OD 630 DN 1000	D-Rainclean* Sickermulde	D-Rainclean*-Box	D-Rainclean*	
Einsatzbereich	(-)		Ablaufeinsatz	Ablaufeinsatz	Schachtsystem	horizontale Sedimentationsanlage	Schachtsystem	Schachtsystem	Ablaufrinne	Filterbox	Substrat
Anschlussfläche bis	A	(m ²)	250 / 400	250 / 400	3000	4000 bis 9500 ¹¹⁾ 4000 bis 10000 ¹²⁾	200	600	20 pro lfd. m	40 pro lfd. m	67 bis 120 ¹³⁾ pro m ²
Maximal-Durchfluss Behandlung ¹⁴⁾	Q _{max}	(l/s)	2,5 / 4	2,5 / 4	30	95 100	2 (bis 4) ¹⁵⁾	6 (bis 12) ¹⁶⁾	0,2 (bis 0,3) ¹⁷⁾ pro lfd. m	0,4 (bis 0,6) pro lfd. m	0,67 (bit. 1,2) ¹⁸⁾ pro m ²
Extremdurchfluss außerhalb der Bemessung (keine Behandlung gegeben)	Q _{extrem}	(l/s)	abhängig von Einlaufrost	abhängig von Einlaufrost	35 ¹⁹⁾	210 ²⁰⁾	-	-	-	-	-
Zulauf Tiefe ²¹⁾	(m)		0,00	0,00	0,78	1,13	0,67	0,78	0,00	0,00	0,00
Nennweite	(DN/OD)		-	-	250	400	160	200	-	-	-
Ablauf Tiefe ²²⁾	(m)		abhängig von Straßenablauf	abhängig von Straßenablauf	1,58	1,15	1,68	2,06	0,36 bis 0,46	0,33	0,20 bis 0,50 ¹⁸⁾
Nennweite	(DN/OD)		-	-	250	400	160	200	-	-	-
System-Gesamt-Tiefe (Verlängerung möglich)	h _{ges}	(m)	abhängig von Straßenablauf	abhängig von Straßenablauf	3,36	2,21	3,00	3,36	0,36 bis 0,46	0,33	0,20 bis 0,50 ¹⁸⁾
Anwendung für Einleitung ins Grundwasser ²³⁾	(-)		Straßen bis 5000 Kfz / 24 h Hofflächen in Wohngebieten	Straßen bis 5000 Kfz / 24 h Hofflächen in Wohngebieten	Straßen bis 15000 Kfz / 24 h Hofflächen in Gewerbe- und Industriegebieten	Straßen bis 15000 Kfz / 24 h Hofflächen in Gewerbe- und Industriegebieten	nahezu alle gängigen Flächentypen				
Anwendung für Einleitung ins Fließgewässer ²⁴⁾	(-)		Flächenkategorie I ²⁵⁾	Flächenkategorie I ²⁵⁾	Flächenkategorie I ²⁵⁾	Flächenkategorie I ²⁵⁾	Flächenkategorie II + III ²⁵⁾	Flächenkategorie II + III ²⁵⁾	Flächenkategorie II + III ²⁵⁾	Flächenkategorie II + III ²⁵⁾	
Funktionsprinzip	(-)		Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, biologischer Abbau Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, biologischer Abbau Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, biologischer Abbau Schwimmstoffrückhalt	Sedimentation, Filtration, Sorption, Fällung, biologischer Abbau Schwimmstoffrückhalt	
Rückhalt von	(-)		Sedimenten Schwimmstoffen Gelösten Schadstoffen	Sedimenten Schwimmstoffen Gelösten Schadstoffen	Sedimenten Schwimmstoffen	Sedimenten Schwimmstoffen	Sedimenten Schwimmstoffen Gelösten Schadstoffen				
Durchgangswert nach DWA-M 153	D	(%)	0,5	0,4	0,35	0,45 bis 0,3 ¹⁰⁾ 0,4 bis 0,3 ¹⁰⁾	0,15	0,15	0,15	0,15	
Rückhalt AFS ²⁷⁾	η _{AFS}	(%)	65	75	70	56 bis 73 ¹⁰⁾ 61 bis 79 ¹⁰⁾	98	99	99	99	
Rückhalt AFS63 ²⁸⁾	η _{AFS63}	(%)	47	52	50	40 bis 60 ¹⁰⁾ 47 bis 60 ¹⁰⁾	> 80	> 80	> 80	> 80	
Wartungsintervall	(t/a)		2 bis 6 (bzw. 1) ²⁹⁾	2 bis 3 (bzw. 1) ²⁹⁾	1	1	1 (bzw. 0,25) ³⁰⁾	1 (bzw. 0,25) ³⁰⁾	0,1 (bzw. 0,05 bis 0,025) ³¹⁾	0,1 (bzw. 0,05 bis 0,025) ³¹⁾	
Richtpreis	(€)		1.910,-	2.260,-	7.190,-	10.150,- 11.090,-	3.939,-	7.700,-	230,- 820,- je lfd. m Sickermulde	280,- € je lfd. m	200,- pro m ² Muldenfläche ³²⁾

¹⁰⁾ Nur bei erhöhtem Einbau. Größere Schichtdicke erforderlich. (Anschlussverhältnis 1:67 bis 1:85 = Schichtdicke min. 30 cm; Anschlussverhältnis 1:85 bis 1:120 = Schichtdicke min. 50 cm)
¹¹⁾ Substratwechsel
¹²⁾ Gemäß DWA-M 153
¹³⁾ Prüfung nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt
¹⁴⁾ Gemäß DWA-A 102
¹⁵⁾ Maximale hydraulische Leistungsfähigkeit
¹⁶⁾ + Einbautiefe und Freibord
¹⁷⁾ Maximaler Durchfluss im DIBt-Prüfverfahren
¹⁸⁾ Bei 20 cm Schichtdicke D-Rainclean*-Substrat
¹⁹⁾ Genaue Wirkungsgrade je Anschlussfläche siehe Grafik technisches Datenblatt

Funke Kunststoffe GmbH
 Siegenriedstraße 15 • D-59071 Hamm-Uentrop
 (Industriegebiet Uentrop Ost)
 Tel.: 02388 307-1-0 • Fax: 02388 307-1-7550
 info@funkegruppe.de
 www.funkegruppe.de





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
www.funkegruppe.de

25.03.2025

93