



### Im Auftrag

- Entsorgung und Recycling, Stadt Zürich (ERZ)
- Grün Stadt Zürich (GSZ)
- Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich (AWEL)
- Tiefbauamt, Kanton Zürich (TBA)
- Amt für Umwelt und Energie (AUE), Kanton Basel-Stadt
- Stadtgärtnerei Grünplanung, Kanton Basel-Stadt

## Baumsubstrate und sickerfähige Oberflächen – Stand der Forschung beim Stoffrückhalt

Lausanne, 30.4.24, M. Burkhardt, M. Patrick, A. Englert, P. Bach



# Belastungen im Niederschlagsabwasser

## ■ Für Niederschlagswasser von Dach-, Fassadenflächen, Platz- und Verkehrsflächen gilt

- Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden ([GSchG](#))
- Verschmutztes Abwasser nur mit Bewilligung der Behörde einleiten oder versickern

Platz- und Verkehrsflächen <sup>1</sup>	Belastungsklasse
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Strassen &lt; 5'000 DTV</li><li>▪ Geh- und Radwege</li><li>▪ Hauszufahrten, Vor- und Parkplätze: Wenige Fahrzeugwechsel</li></ul>	gering
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Strassen 5'000 bis 14'000 DTV</li><li>▪ Parkplätze: Mittlere Fahrzeugwechsel und mittlere Nutzung</li><li>▪ Urbane Platzflächen: Viele Feste und Besucher, wenig Verkehr</li><li>▪ Umschlag- und Lagerplätze: Ohne wasser- oder umweltgefährdende Stoffe</li><li>▪ Sportplätze *</li></ul>	mittel
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Strassen &gt; 14'000 DTV</li><li>▪ Parkplätze und Manövrierflächen: Häufige Fahrzeugwechsel und intensive Nutzung</li></ul>	hoch

1 VSA (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. VSA; Glattbrugg

\* In Abklärung – Ziel ist eine Differenzierung

# Belastungen im Platz-/Strassenabwasser

## ■ Partikel - Beispiel Reifenabrieb (Primäremission)

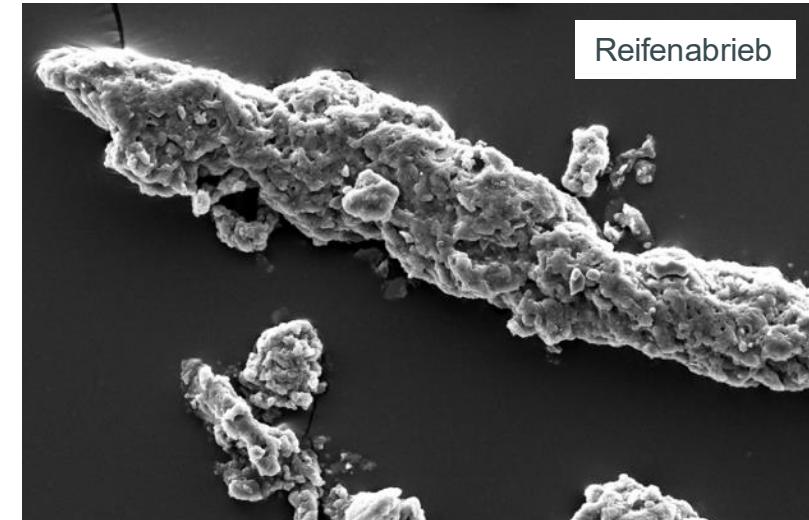
- In der Schweiz 14'000 Tonnen pro Jahr
- Reifenabrieb rund 30% der partikulären Fracht

Kornfraktion	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
> 600 µm	11	1	< 1	6	8
60-600 µm	18	18	12	14	26
6-60 µm	72	81	87	80	67

DWA, 2010

## ■ Mikroverunreinigungen (gelöst)

- Vulkanisationsmittel (Benzothiazol, 2-MBT etc.)
- Weichmacher, Stabilisatoren (Nonylphenol, DEHP etc.)
- Antioxidantien ([6PPD-Quinon](#) etc.)



## ➤ Fazit

- Schwammstadt-Planung muss Belastungen und Anforderungen des Gewässerschutzes berücksichtigen

# Behandlung von verschmutztem Niederschlagsabwasser <sup>1,2</sup>

## ■ Mit Bodenpassage

- Organischer Oberboden
- Boden  $\geq 30$  cm, Oberboden 10 - 30 cm
- Tongehalt 10 - 20 %

## ■ Ohne Boden (Adsorberanlagen)

- Adsorbersubstrat 30 – 50 cm
- "Standard" und "Erhöht" für GUS, Kupfer, Zink, Mecoprop und Diuron

Versickerung Gewässerschutzbereich $A_U$ , S1-S3, S <sub>h</sub> , S <sub>m</sub> , üB gemäss Gewässerschutzkarte	Bodenpassage (Aufbau gemäss Modul DA Kap. 1.3)	Art der zu entwässernden Fläche						
		Dach- und Fassadenflächen			Platz- und Verkehrsflächen			
Belastungsklassen des Niederschlagsabwassers								
gemäss Tabelle B6		gemäss Tabelle B7 und B8						
		gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch	
übrige Bereiche üB	mit	+	+	+ <sup>2</sup>	+	+	+ <sup>2</sup>	
	ohne	+	+	B <sub>erhöht</sub>	B <sub>standard</sub> <sup>3</sup>	B <sub>standard</sub>	B <sub>erhöht</sub>	
Bereich A <sub>U</sub>	mit	+	+	+ <sup>2</sup>	+	+	+ <sup>2</sup>	
	ohne	+	B <sub>standard</sub> <sup>1</sup>	B <sub>erhöht</sub>	B <sub>standard</sub> <sup>4</sup>	B <sub>standard</sub>	B <sub>erhöht</sub>	
S3, S <sub>h</sub> , S <sub>m</sub>	mit	+	-	-	+	-	-	
	ohne	-	-	-	-	-	-	
Schutzzreal/S2/S1	nicht relevant	-	-	-	-	-	-	

### Legende

- Versickerung zulässig
- Versickerung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «standard» oder «erhöht»
- Versickerung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «erhöht»
- Versickerung nicht zulässig

1 VSA (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. VSA; Glattbrugg

2 Ergänzende bzw. abweichende kantonale Richtlinien sind zu berücksichtigen

# Substrate für Pflanzgruben (Baumrigolen)

## ■ Primäre Ziele

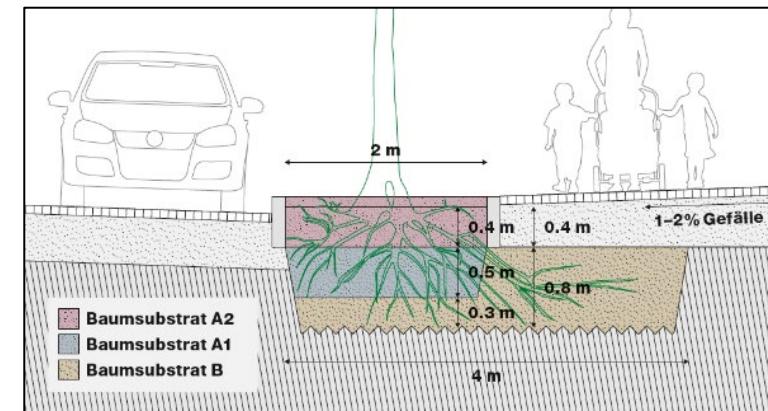
- Pflanzenstandort (Verdunstung und Schatten)
- Luft und rasche Versickerung (Grobporen)
- Wasserretention (Mittelporen)
- Tragfähigkeit (überbaubar)



## ■ Besondere Herausforderungen

- Grosse Anschlussfläche (in ZH bis 17:1)
- Stoffrückhalt unklar (Grundwasserschutz)

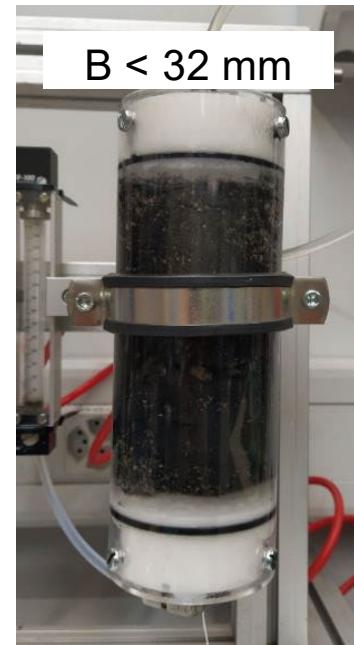
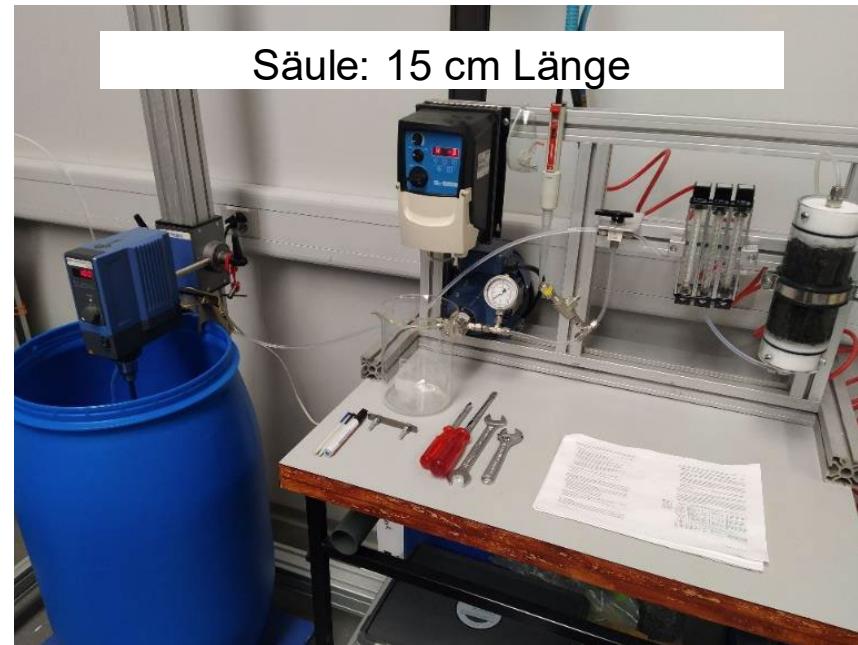
➤ Wie gut werden Schadstoffe zurückgehalten?



# Vergleichende Versuche zum Stoffrückhalt: VSA-Säulenversuch

## ■ In Anlehnung an Test von Adsorbersubstraten (gesättigter Wasserfluss)<sup>1</sup>

- 7 Fugen-/Pflanzsubstrate und 4 Substrate für Strassenabwasserbehandlung aus Zürich und Basel-Stadt
- Rückhalt von Kuper, Zink, Diuron und Mecoprop bei 3 Geschwindigkeiten (9.0, 2.3, 0.9 m/h)
- Remobilisierung durch Tausalz (2.3 m/h)



1 <https://vsa.ch/Mediathek/leistungspruefung/>

# Pflanzsubstrate der Stadt Zürich



**Baumsubstrat A1 (nicht überbaubar),  
für den unteren Layer der Baumgrube – lose,  
bauseits fertig gemischt**

Mischgesteinsschotter 16/32	40%
Mischgesteinsschotter 8/16	10%
Bruchsand 1/4	10%
Blähhschiefer 8/16	25%
EBC-Pflanzenkohle konditioniert mit z. B. Komposttee oder gleichwertig	5%
Landerde	10%

**Baumsubstrat A2 (nicht überbaubar),  
für den oberen Layer der Baumgrube mit Stauden-  
bepflanzung – lose, bauseits fertig gemischt**

Mischgesteinsschotter 8/16	45%
Bruchsand 1/4	5%
Blähhschiefer 8/16	30%
EBC-Pflanzenkohle konditioniert mit z. B. Komposttee oder gleichwertig	5%
Landerde	15%

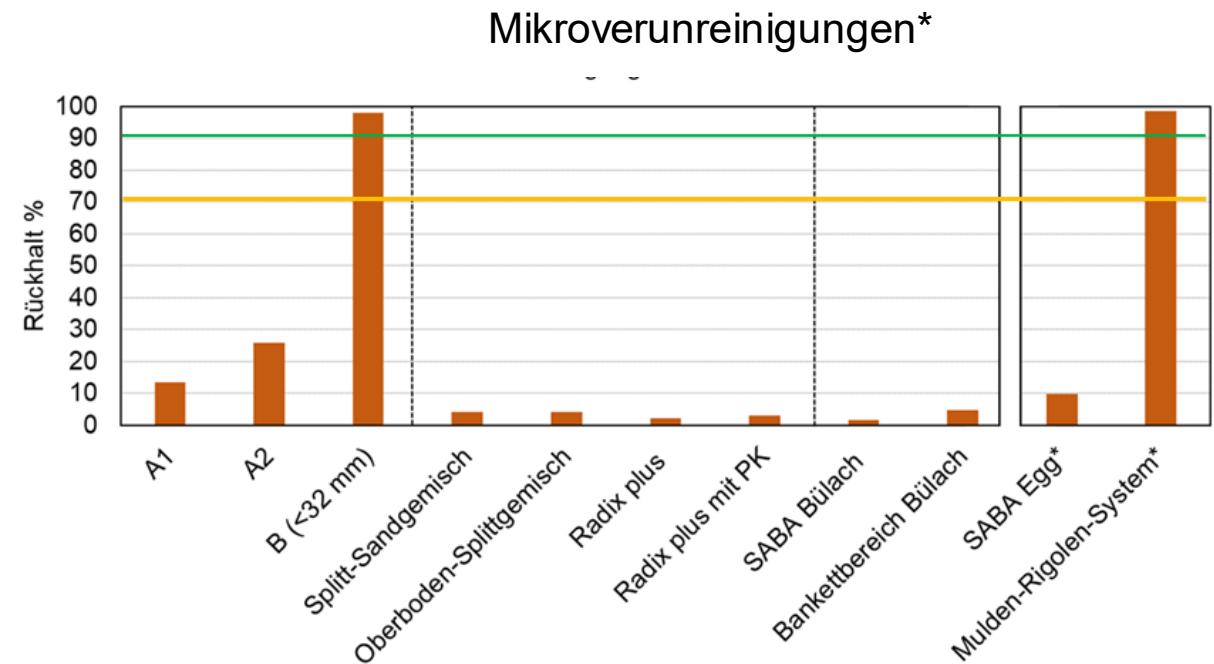
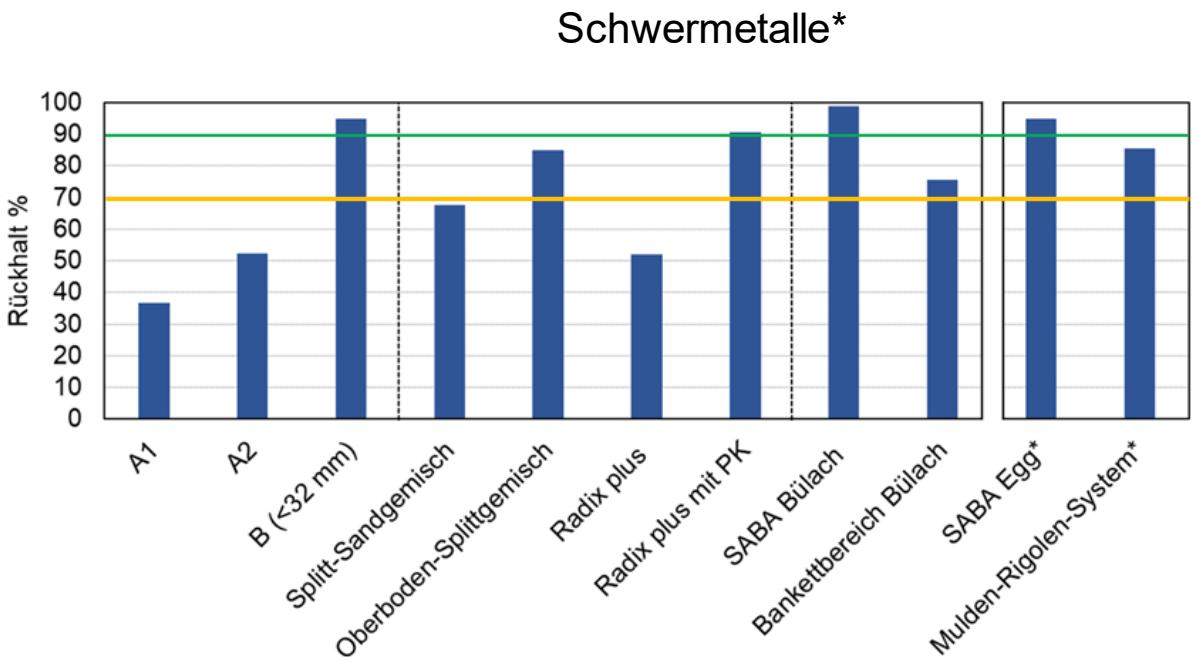
**Baumsubstrat B (überbaubar),  
für unter die Fahrbahn oder das Trottoir sowie  
als Verbindung der Baumgruben, verdichtbar auf  
max. 80 MN – lose, bauseits, fertig gemischt**

Mischgesteinsschotter 64/125	30%
Mischgesteinsschotter 32/64	30%
Bruchsand 1/4	10%
Blähhschiefer 8/16	15%
EBC-Pflanzenkohle konditioniert mit z. B. Komposttee oder gleichwertig	10%
Schwarzerde	5%

# Ergebnisse: Pflanz-/Fugensubstrate sowie Boden (SABAs)<sup>1</sup>

## ■ Rückhalt stoffspezifisch und in Abhängigkeit zur Wasserkontaktzeit

- Schwermetalle: Pflanzsubstrate etwas geringer als Boden
- Spurenstoffe: Gering bei allen Substraten; Ausnahme bei Schwarzerde, Pflanzenkohle, Ton, Corg.



1 (im Druck): Schadstoffrückhalt von Substraten – Baum-, Fugen und Bodensubstraten im Strassenraum

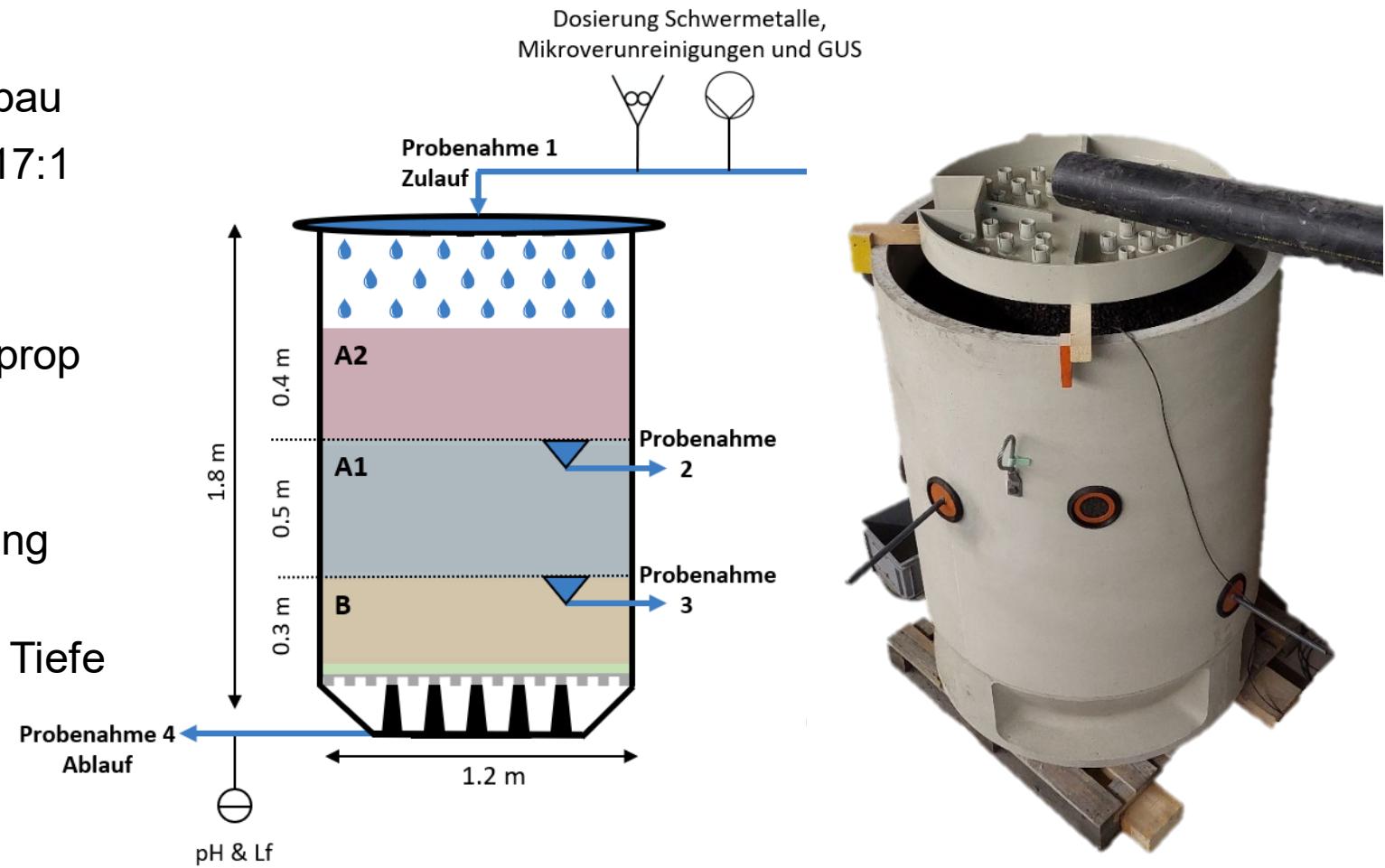
# Vorgehen Schachtversuch: Stoffrückhalt in ZH-Baumrigole<sup>1</sup>

## ■ Schachtaufbau im Labor

- Schichtabfolge wie im realen Einbau
- Anschluss-/Versickerungsfläche 17:1

## ■ Durchführung

- GUS, Kupfer, Zink, Diuron, Mecoprop
- Beregnung mit je 3 Stark-, Land-, Kleinregen
- Probenahme nach jeder Beregnung
- Entnahme im Zulauf und an Schichtgrenzen in 0.4, 0.9, 1.2 m Tiefe



1 (2024): Schadstoffrückhalt von Substraten – Baum-, Fugen und Bodensubstraten im Strassenraum

# Ergebnisse: Stoffrückhalt in Schachtrigole<sup>1</sup>

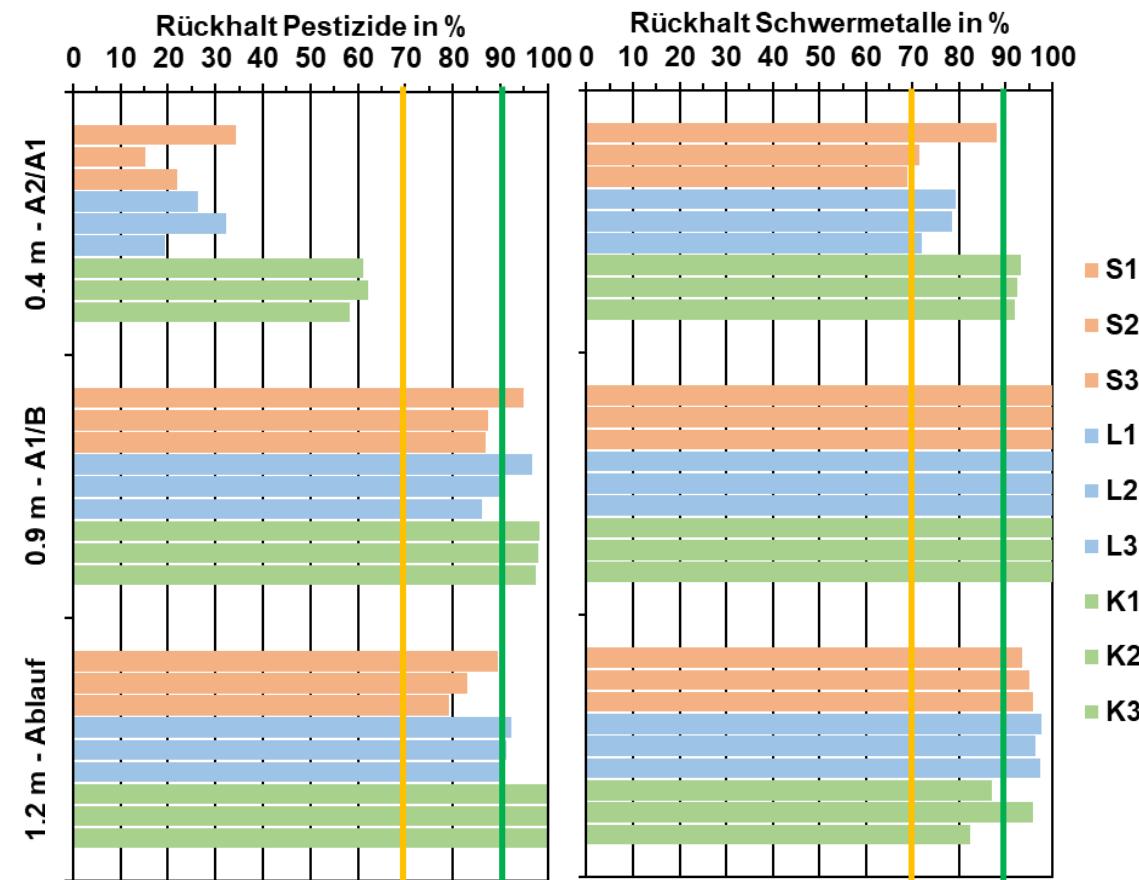
## ■ Stoffspezifisch und Wasserkontaktzeit

- S < L < K

## ■ Partikuläre und gelöste Stoffe

- Partikel: GUS >90 %
- Schwermetalle: Kupfer >98 %, Zink > 89 %
- Mikroverunreinigungen: Diuron 97 %, MCPP 85 %
- Ab 0.9 m keine Änderung

➤ Konsistent zu VSA-Säulenversuchen  
(Einbezug der Kontaktzeiten)

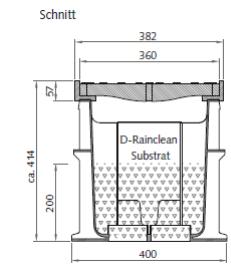
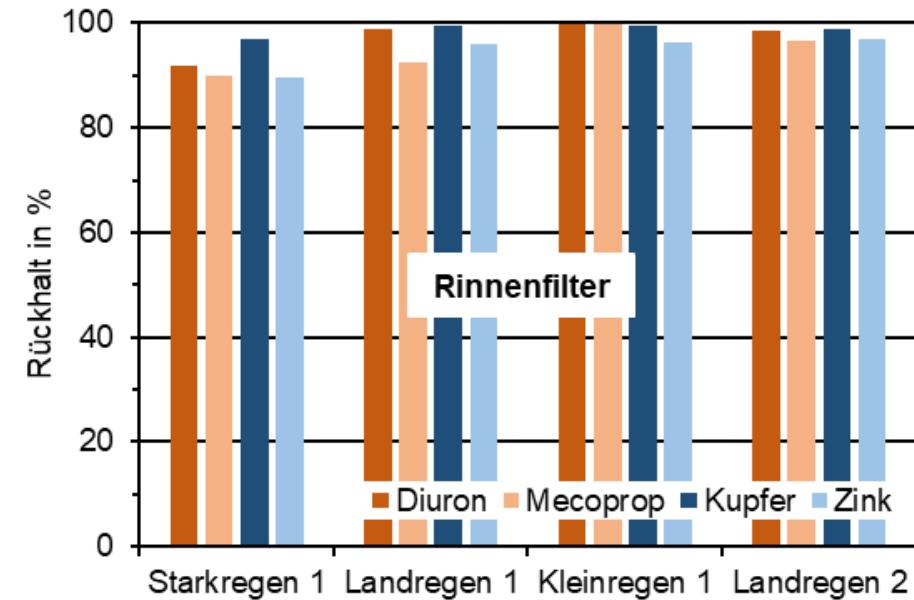
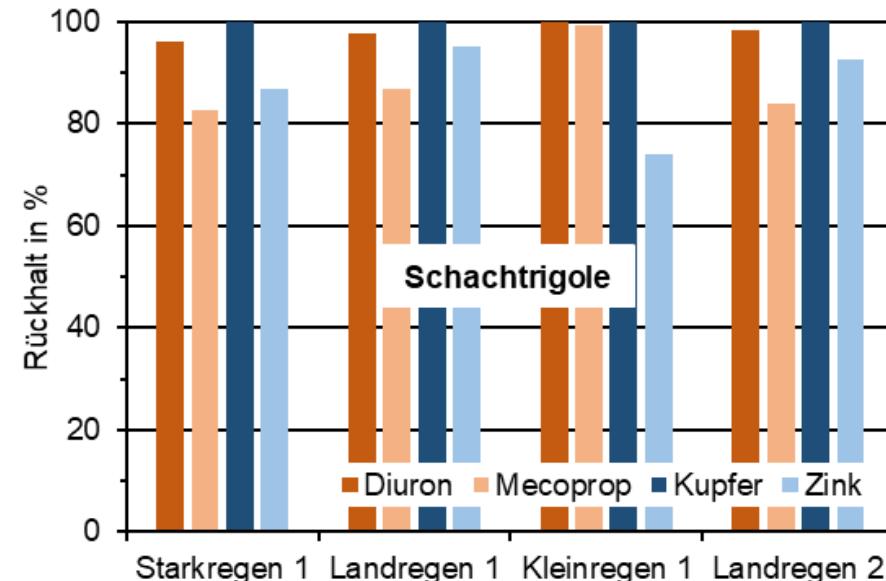


1 (im Druck): Schadstoffrückhalt von Substraten – Baum-, Fugen und Bodensubstraten im Strassenraum

# Ergebnisse: Stoffrückhalt in ZH-Baumrigole<sup>1</sup>

## ■ Schachtrigole vs. Rinnenfilter: Hoher Stoffrückhalt

- Anschlussfläche 3-mal kleiner (17:1 vs. 67:1)
- Schichtdicke 6-mal grösser (1.2 vs. 0.2 m)



[Funke D-Rainclean Sickermulde](#): GUS, Schwermetalle, Mikroverunreinigungen **Erhöht (> 90%)**

1 (im Druck): Schadstoffrückhalt von Substraten – Baum-, Fugen und Bodensubstraten im Strassenraum

# Schlussfolgerungen

## ■ Belastungen und Grundwasserschutz „mitdenken“

- Behandlungsgebot gemäss GSchG und Richtlinien berücksichtigen (Belastungsklassen)
- Belebte Bodenschicht (Ah) ist nicht «Allesköninger» - Faktenlage im Quervergleich prüfen

## ■ Gute Fugen-/Pflanzsubstrate können Bodenpassage ersetzen

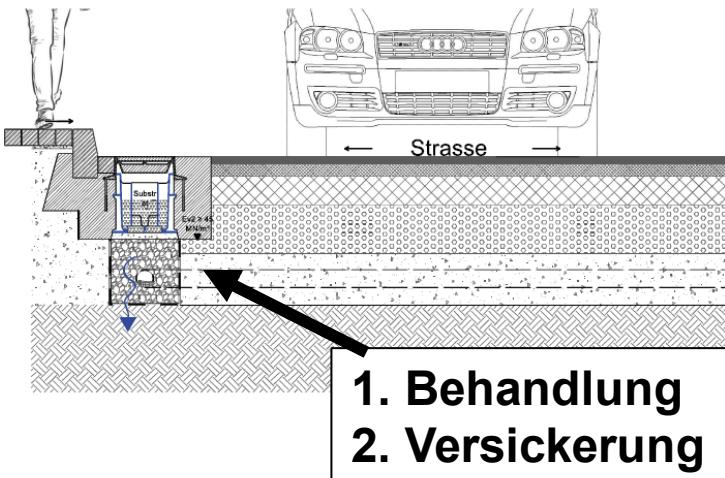
- Zürcher Baumrigole ist geeignet, eingetragene Schadstoffe der Belastungsklassen «gering» und «mittel» zurückzuhalten (1 m Grundwasserflurabstand)
- Stoffbeladung im Schachtrigolentest entspricht ca. 0.5 % der Kapazität (Batch-Versuche)

## ■ Ausblick

- VSA-Tests geben vergleichende Orientierung
- Bedeutung einzelner Komponenten (z. B. Schwarzerde, Pflanzenkohle) klären – Wichtig für Qualitätssicherung der Materialien
- Sollen in Baumrigolen bewusst Schadstoffe eingeleitet werden? Hohe Belastungen?

[Planungshilfe](#), [Fachartikel](#), [Technischer Bericht](#)

# Filterrinne kombiniert mit Pflanzgruben (Baumrigole)



© Funke Kunststoffe



<https://stadtbaumbewaesserung.de/wp-content/uploads/2020/01/Pilotprojekt-2.pdf>

1 VSA (2023): [Merkblatt VSA-Leistungsprüfung](#). VSA; Glattbrugg

Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit

E- Mail: michael.burkhardt@ost.ch



**Schadstoffrückhalt von  
Baumsubstraten für Pflanzgruben un  
Substraten für die Behandlung von  
Strassenabwasser**

Abschlussberic



Rapperswil, 20. März 20



# Planungshilfe **SCHWAMMSTADT IM STRASSENRAUM**



## Umgang mit Platz- und Strassenabwasser bei der Anwendung von Pflanzsubstraten

**Autorinnen**  
Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil  
Beatrice Kühl, Andrea Salazar, ZHAW – Zurich Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil  
Grön Stadt Zürich

4. Oktober 2022



Neue Herausforderungen bei der Strassenentwässerung

– Recherche zum Stand des Wissen



Autoren  
Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil  
Beatrice Külli, Andrea Salzù, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil

Im Auftrag von:

