

Schadstoffrückhalt von Pflanzsubstraten im Straßenraum

Förderung: Grün Stadt Zürich und ERZ Entsorgung + Recycling Stadt Zürich,
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft und TBA Tiefbauamt des Kantons Zürich

Michael Burkhardt, Michael Patrick, Alexander Englert

OST – Ostschweizer Fachhochschule,
Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC), Rapperswil, Schweiz

Garching, 9./10.10.2023

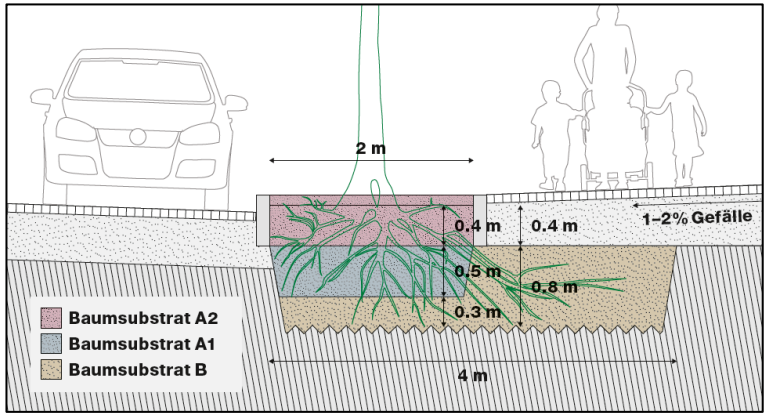
OST
Ostschweizer
Fachhochschule

UMTEC INSTITUT FÜR UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Schwammstadt: Pflanzgruben (Baumrigolen) an Plätzen und Strassen

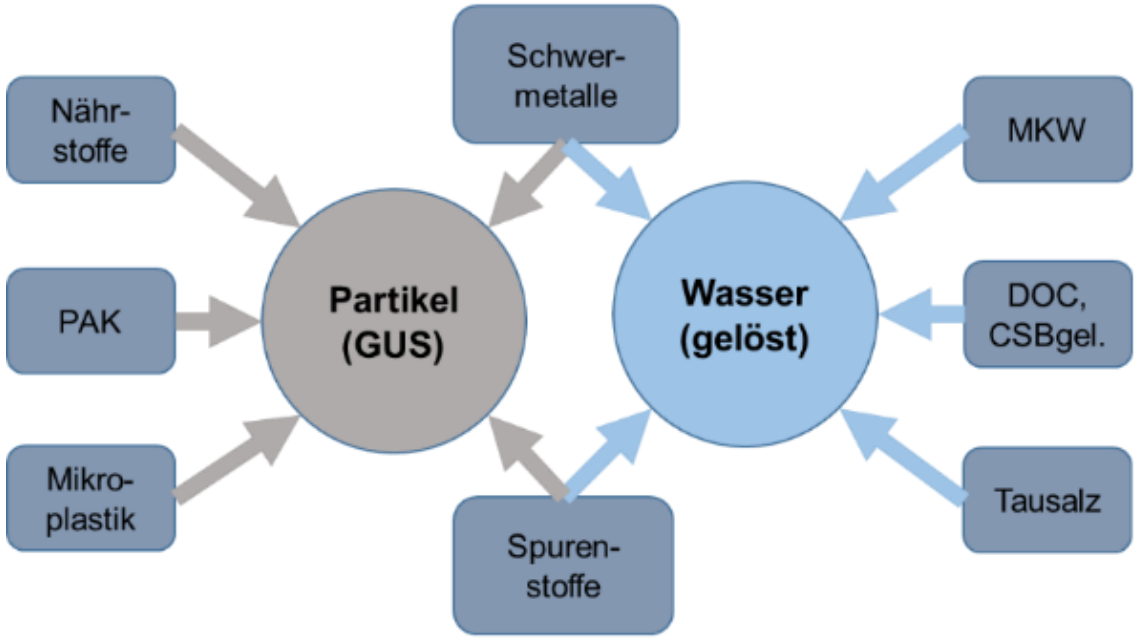
- **Ziele**
  - Pflanzenstandort (Verdunstung und Schatten)
  - Regenwasserretention (Wasser halten)
  - Versickerung (Wasser ableiten)
  - Tragfähige Materialien (überbaubar)
- **Herausforderungen**
  - Viel Wasser zuführen (A_E/A_V 17:1)
  - Hohe Wasserdurchlässigkeit bieten
  - Grundwasserschutz gewährleisten (Stoffeintrag)
- **Fazit**
  - Welche Schadstoffe sind zu erwarten?





Schadstoffe: Platz- und Strassenabwasser

- **Partikuläre Stoffe (AFS)**
  - Russ, Boden, Mikroplastik, Abrieb etc.
  - Binden Stoffe oder setzen Stoffe frei
- **Gelöste Stoffe**
  - Schwermetalle (Kupfer, Zink, etc.)
  - Kohlenwasserstoffe (MKW, PAK etc.)
  - Organische Spurenstoffe
  - Streusalz



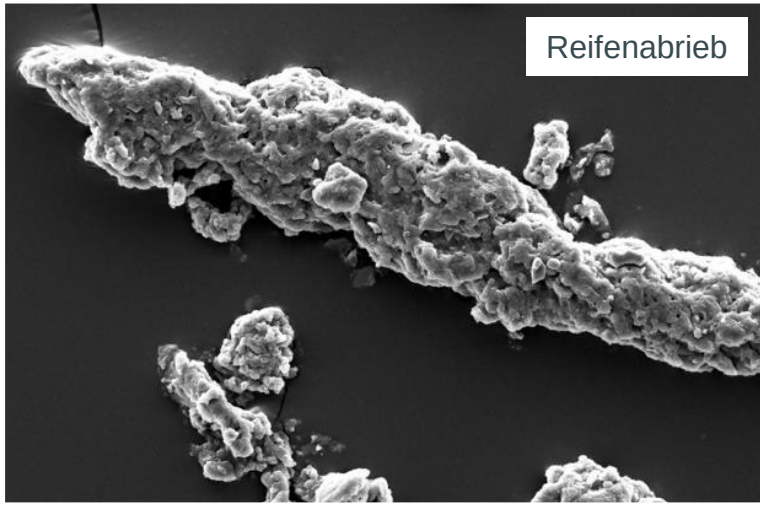
- **Fazit**
  - Cocktail von Stoffen möglich, die teils sowohl gelöst als auch gebunden vorliegen können

Schadstoffe: Reifenabrieb und Spurenstoffe

- **Reifenabrieb (Primäremission)**
  - Reifenabrieb rund 30 % der partikulären Fracht
  - In der Schweiz 14'000 Tonnen pro Jahr
- **Gelöste Spurenstoffe (Sekundäremission)**
  - Vulkanisationsmittel (Benzothiazol, 2-MBT etc.)
  - Weichmacher, Stabilisatoren (Nonylphenol, DEHP etc.)
  - Antioxidantien (6PPD etc.) - 6PPD-Quinon in Strassenabwasser
- **Fazit**
  - Erste Hinweise zu Vorkommen von Spurenstoffen, aber Relevanz bezogen auf Belastungsklassen noch zu klären

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



VSA: Versickerung von verschmutztem Platz- und Strassenabwasser[1]

- **Behandlung mit Boden (z.B. Retentionsbodenfilter)**
  - Ober-/Unterboden ≥ 30 cm, Oberboden 10 - 30 cm
  - Tongehalt 10 - 20 %
- **Behandlung mit Adsorberanlagen (ohne Bodenpassage)**
  - Adsorbersubstrat 30 – 50 cm Schichtdicke
  - Anforderung "Standard" (70 - 90 %) und "Erhöht" (> 90 %)
- **Fazit**
  - Halten Pflanzgruben (1,2 m Profil) die Schadstoffe zurück und ersetzen sie den Boden (Grundwasserschutz)?
  - Für welche Belastungsklassen sind Pflanzgruben geeignet?





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

Pflanzsubstrate in der Stadt Zürich

- **Substrate für Pflanzgruben (Anschluss-/Versickerungsfläche < 13)**



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%
Blähschiefer 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 Staudenbepflanzung – lose, bauseits fertig gemischt

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

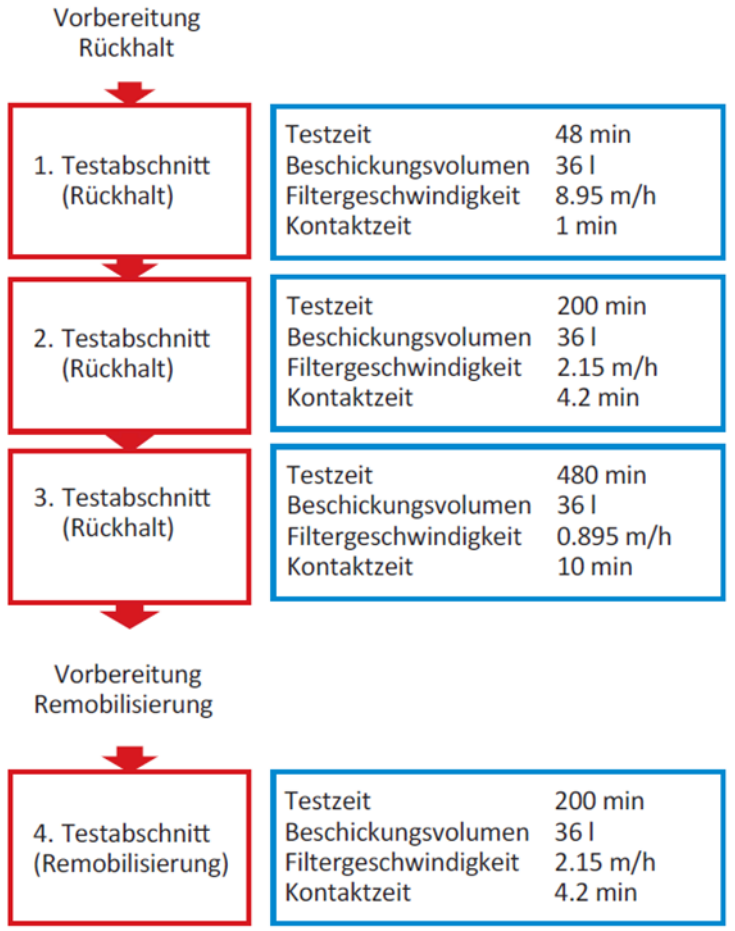


Baumsubstrat B (überbaubar), für unter die Fahrbahn oder das Trottoir sowie als Verbindung der Baumgruben, verdichtbar auf max. 80 MN – lose, bauseits, fertig gemischt

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

Vorgehen: VSA-Säulenversuch

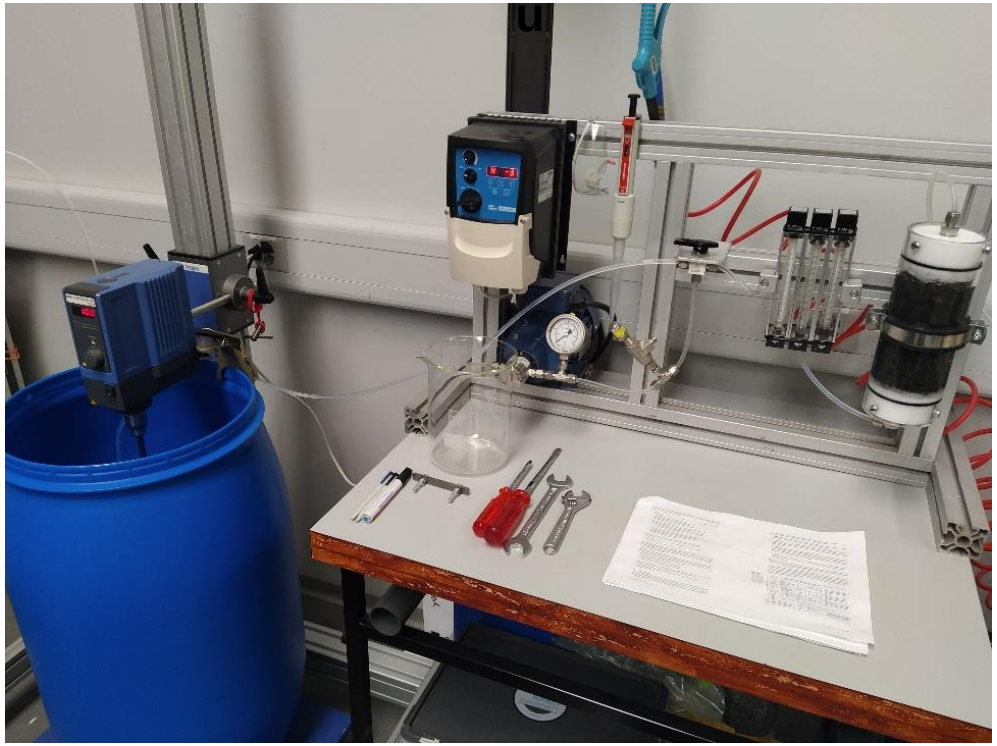
- **Probenvorbereitung**
  - Fraktionen < 32 mm eingebaut
- **Durchführung (15 cm Länge)**
  - Rückhalt von Kupfer, Zink, Diuron, Mecoprop (= drei Filtergeschwindigkeiten)
  - Remobilisierung mit Streusalz
- **Bewertung Pflanzsubstrate**
  - VSA-Anforderungen (70 - 90 %, > 90 %)
  - Vergleich mit Substraten aus Bodenfiltern



VSA (2023): Merkblatt - VSA Leistungsprüfung von Behandlungsanlagen: Simulierter Feldtest. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg, Schweiz.

Versuchsaufbau

Säulenaufbau



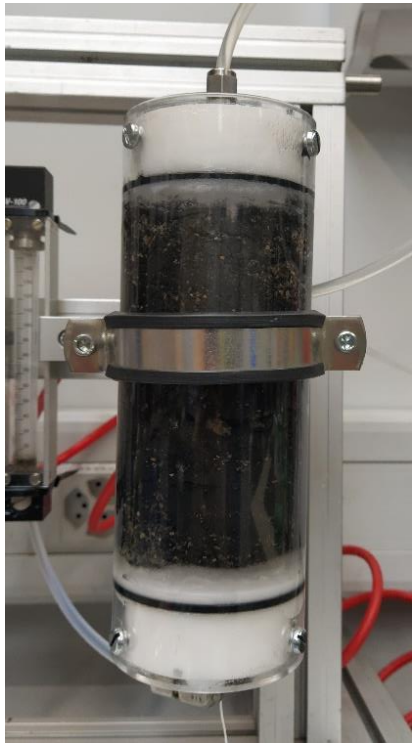
A1



A2

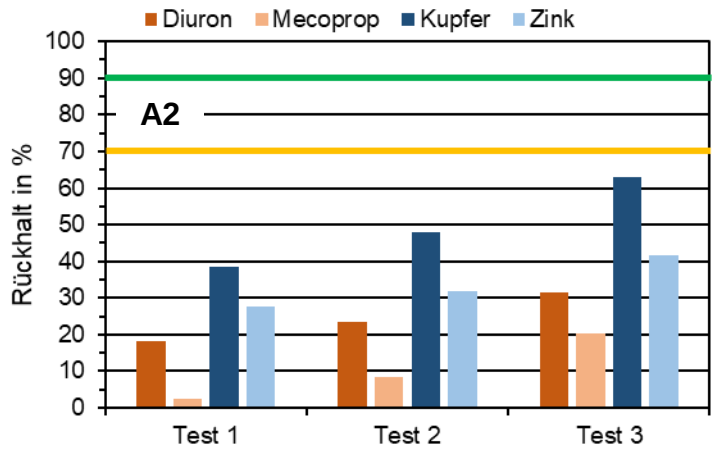


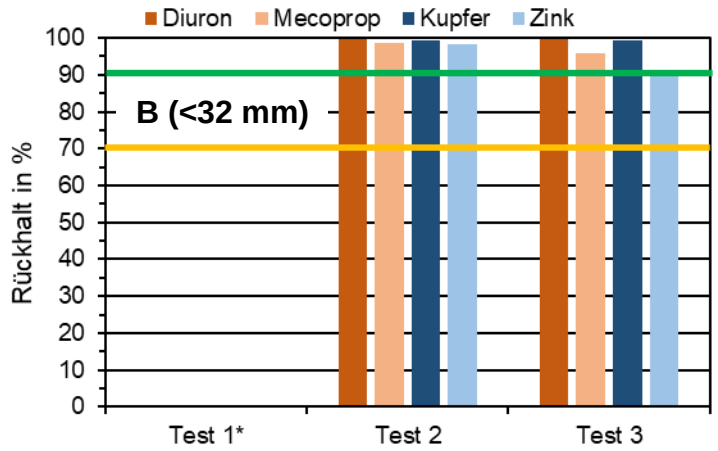
B < 32 mm



Ergebnisse zu Pflanzsubstraten

- **Schwermetalle und Spurenstoffe**
  - Kontaktzeit und Stoffeigenschaften bestimmend (T1 < T2 < T3; Kupfer > Zink, Diuron > MCPP)
  - A1, A2: Geringer Rückhalt (20 – 50 %), hohe Durchlässigkeit
  - B (< 32 mm): Hoher Rückhalt (> 95 %), limitierte Durchlässigkeit
- **Übertragbarkeit**
  - Partikel nicht berücksichtigt (Bindungspartner)
  - Realer Gesamtaufbau 1,3 m (A2, A1, B)
- **Fazit**
  - Höherer Rückhalt durch Schwarzerde / Pflanzenkohle





Substrate aus Bodenfiltern (Strassenabwasserbehandlungsanlagen, SABA)



SABA Bülach



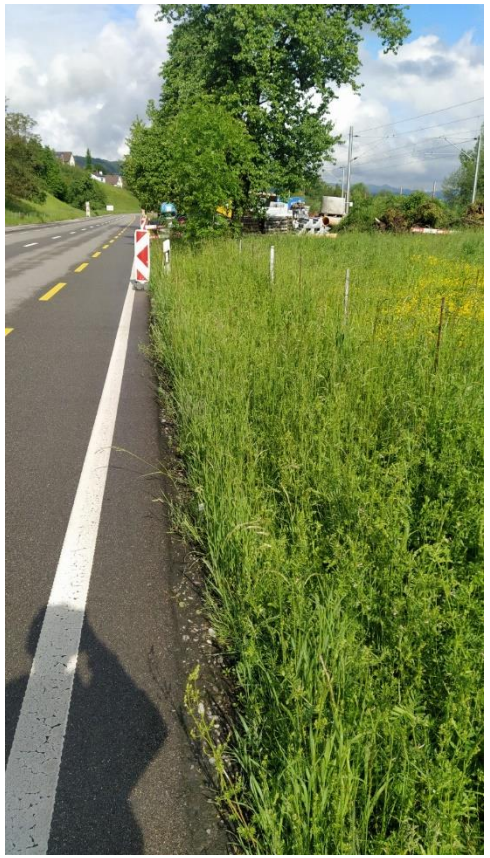
SABA Egg



Bankett Bülach Süd



Mulden-Rigolen-System Wädenswil



SABA Bülach – Probenahme und Sickerversuch

- **Belastungsklasse: Hoch (34'000 DTV)**
- **Spezifische Sickerleistung (Feldmessung): 6.5 L/(min·m^2)**











SABA Bülach – Probenahme und Sickerversuch

SABA Bülach



Sand

SABA Egg



Oberboden

Bankett Bülach Süd



Ungebundenes Gemisch mit erhöhtem Sandanteil

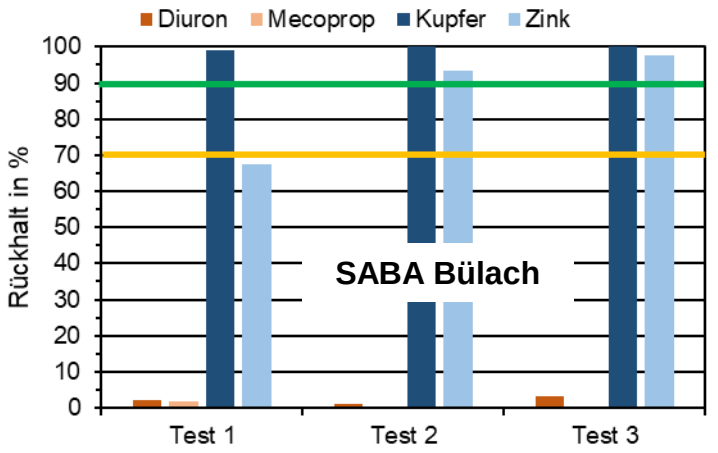
Mulden-Rigolen-System Wädenswil

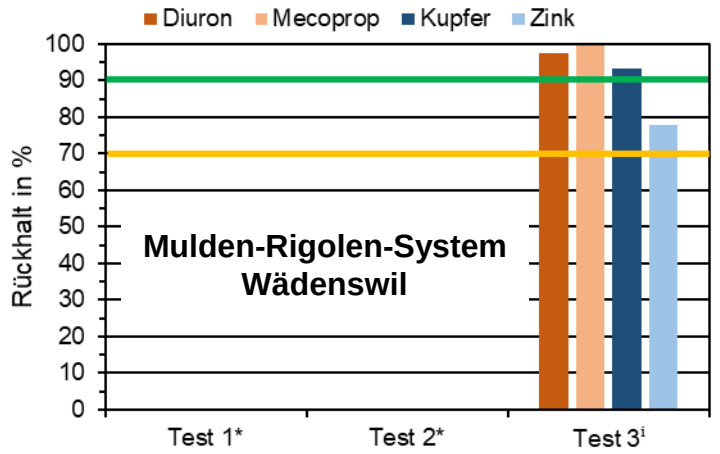


Boden und Sand

Ergebnisse zu Substraten aus Bodenfiltern

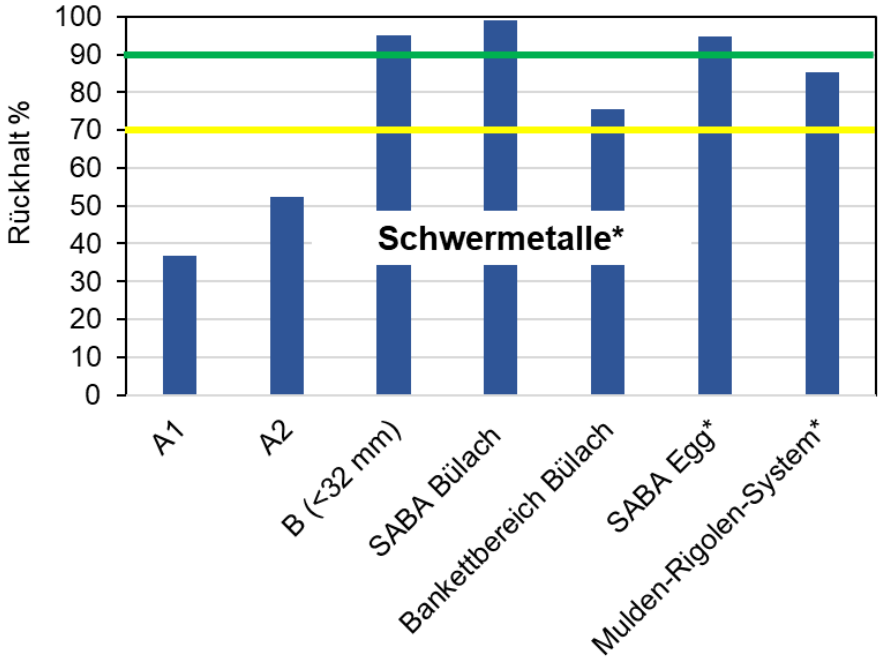
- **Schwermetalle und Spurenstoffe**
  - Kontaktzeit und Stoffeigenschaften bestimmend
  - SABA Bülach: Kein Rückhalt von Spurenstoffen (< 5 %) und hoher Rückhalt Schwermetalle (> 95 %), hohe Durchlässigkeit
  - Mulde-Rigole: Hoher Rückhalt (80 – 95 %), geringe Durchlässigkeit
- **Übertragbarkeit**
  - Monitoring von Spurenstoffen fehlt
  - Gesamtaufbau spielt kleinere Rolle als Pflanzgruben
- **Fazit**
  - Tonfraktion und org. Substanz gut für Rückhalt, führt aber zu geringer Wasserdurchlässigkeit (präferentieller Fluss?)

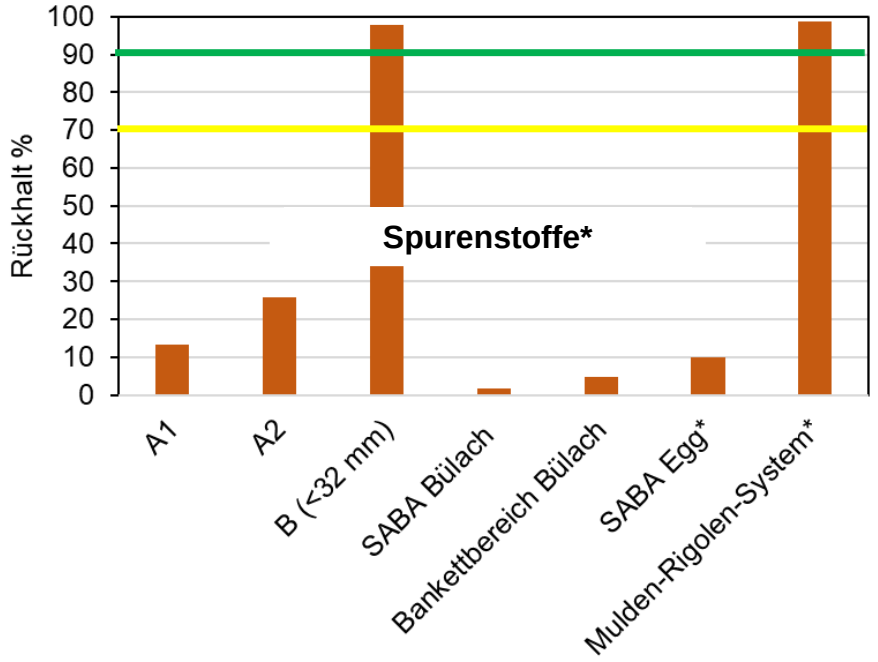




Gesamtergebnisse

- **Schwermetalle: Pflanzsubstrate etwas schwächer als Bodenfilter**
  - Dimensionierung der Pflanzgruben dürfte zu vergleichbarem Rückhalt wie Bodenfilter führen
- **Spurenstoffe: Geringer Rückhalt bei allen Substraten**
  - Ausnahmen: Hoher Anteil Schwarzerde / Pflanzenkohle (B), Ton / org. Substanz (Mulde-Rigole)





*Dargestellt ist die höchste Wasserkontaktzeit (geringste Geschwindigkeit, 0.9 m/h)

Schlussfolgerungen und Ausblick

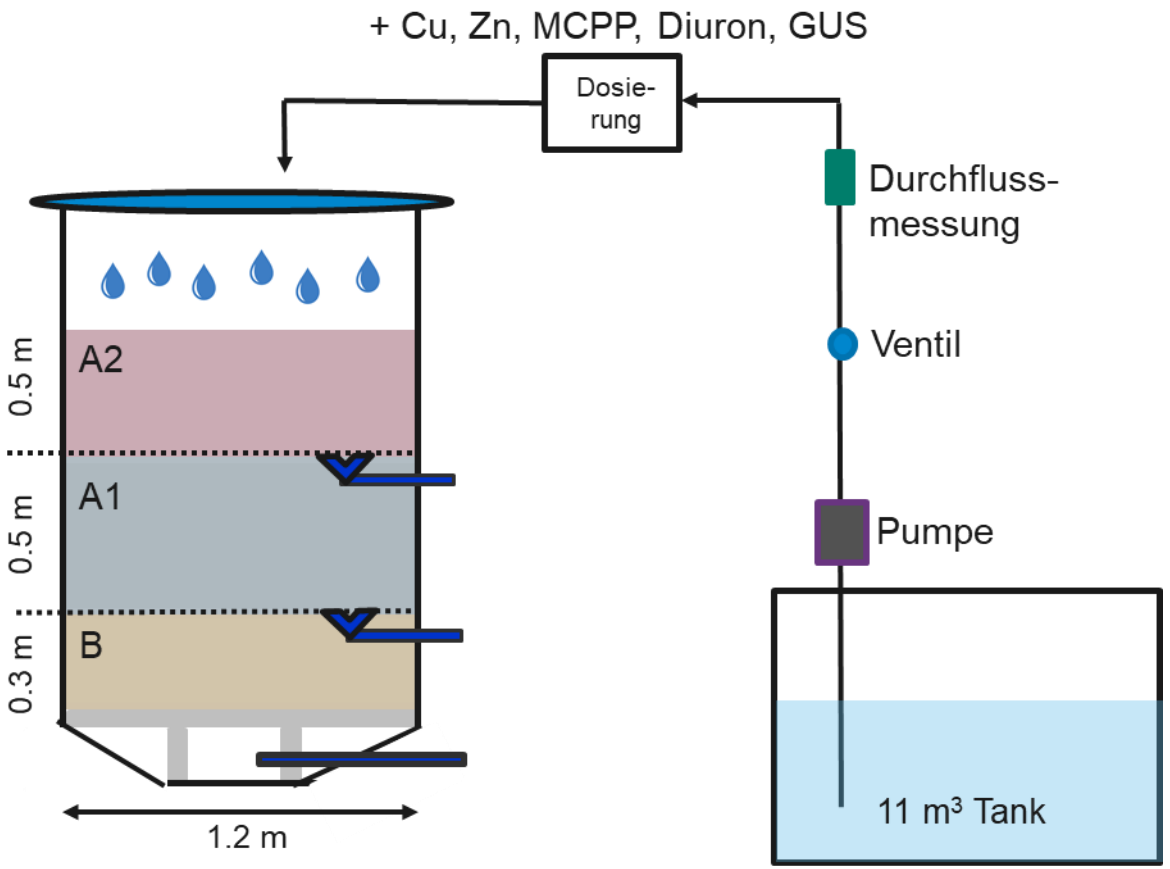
- **Schlussfolgerungen**
  - Pflanzsubstrate und Bodenfilter: Rückhalt von Schwermetallen gering bis hoch, bei organischen Spurenstoffen überwiegend gering
  - Resultate zu Pflanzsubstraten nicht unmittelbar auf realen Einbau übertragbar (Profilaufbau)
  - Relevanz von Spurenstoffen im Strassen- und Platzabwasser ist noch zu klären

- **Ausblick:**
  - Eintrag von Spurenstoffen in Baumrigolen bilanzieren
  - Möglichkeiten von konditionierter EBC-Pflanzenkohle auf Stoffrückhalt klären
  - Eignung von Pflanzgruben je nach Belastungsklasse definieren (Grundwasserschutz): Massstabsgetreue Pflanzgrube mit Stoffbeschickung in Anlehnung an VSA-Leistungsprüfung (simulierter Feldtest)

Ausblick

- **Aufbau Schacht**
  - Durchmesser 1.2 m (1.13 m^2)
  - Anschlussfläche 20 m^2 (A_E/A_V 17:1)
  - Volumen Substrat: 1350 Liter

- **Durchführung**
  - Kleinregen, 120 min 0.03 l/s,
    Fracht je Stoff 0.038 g und AFS 30 g
  - Landregen, 60 min, 0.1 l/s,
    Fracht je Stoff 0.075 g und AFS 60 g
  - Starkregen, 20 min, 0.2 l/s,
    Fracht je Stoff 0.050 g und AFS 40 g





Danke für Ihre Aufmerksamkeit

E- Mail: michael.burkhardt@ost.ch