



Einsatz von Adsorberanlagen zur Behandlung von Regenwasser

Michael Burkhardt, Prof Dr.

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

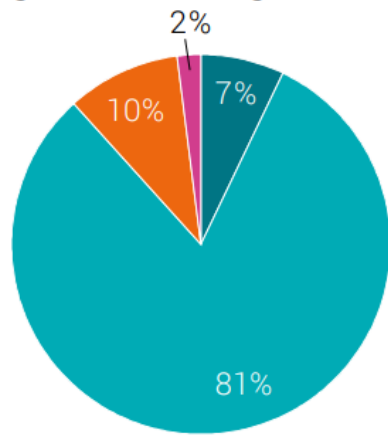
Weinfelden, 17.06.2024

Herausforderungen: Versiegelung (Verlust an Wasserdurchlässigkeit)

■ Eingriff in den lokalen Wasserhaushalt

- In Städten und Gemeinden nimmt Versiegelung stärker zu als Grünflächenanteil
- Versiegelte Flächen zerstören natürliche Bodenfunktionen (Wasserspeicher, Pflanzenstandort)

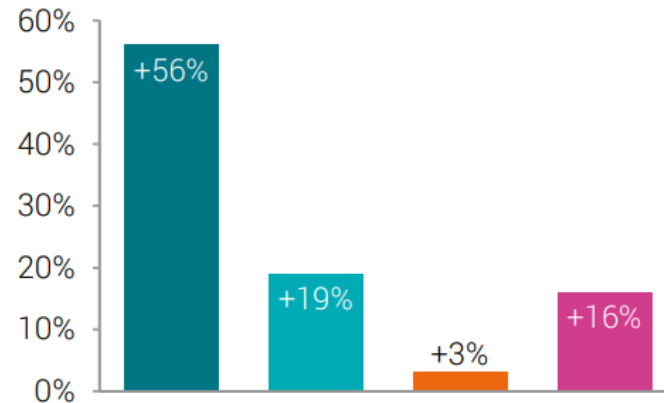
Verkehrsflächen
gemäss Erhebung 2013/18



Total: 983 km²



Zunahme
seit der Erhebung 1979/1985



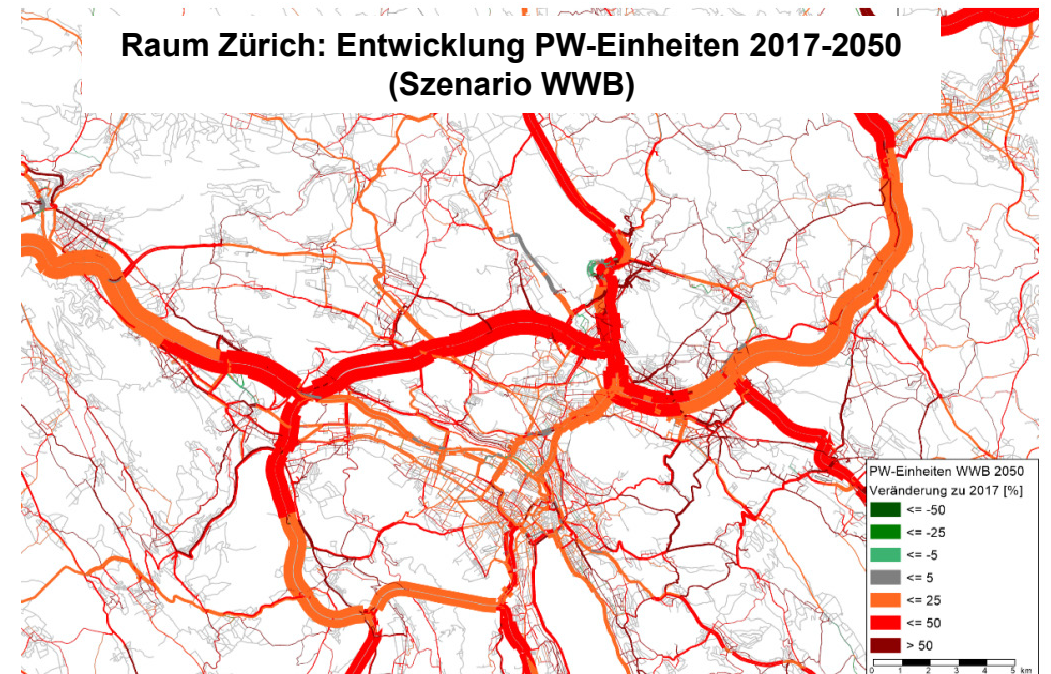
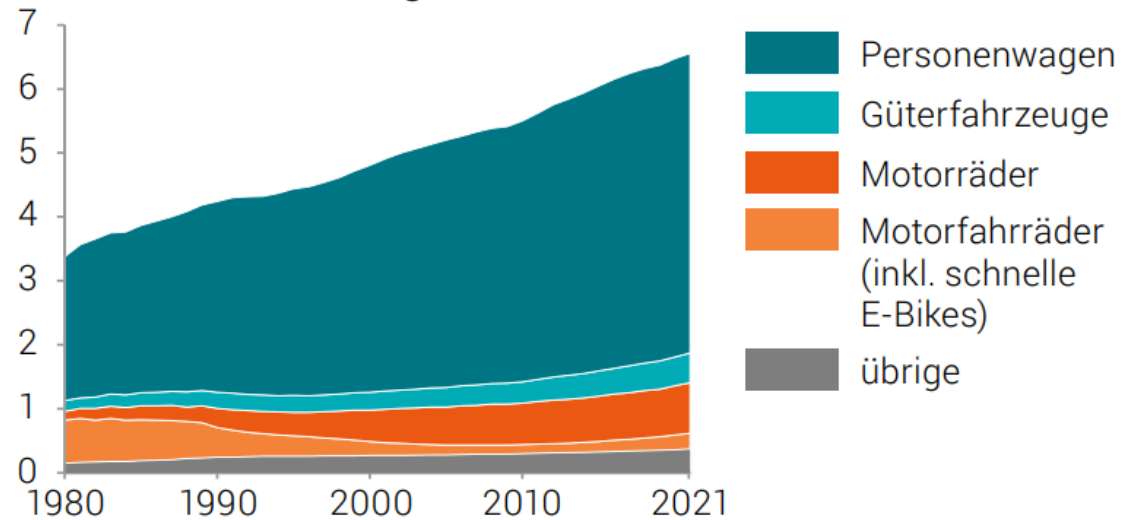
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.assetdetail.21826258.html>

Herausforderungen: Verkehrszuwachs und Verkehrsdichte

■ Zunahme der Emissionen in die Umwelt

- 85'000 Km Strassen und 4.8 Mio. PW (+33 % in 20 Jahren)
- Verkehrszuwachs im Mittelland und Zentren +20 bis +50 % bis 2050

Millionen Motorfahrzeuge



<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.assetdetail.21826258.html>

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.html>

Belastungen im Platz-/Strassenabwasser

■ Partikel - Beispiel Reifenabrieb

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

■ Mikroverunreinigungen (gelöst)

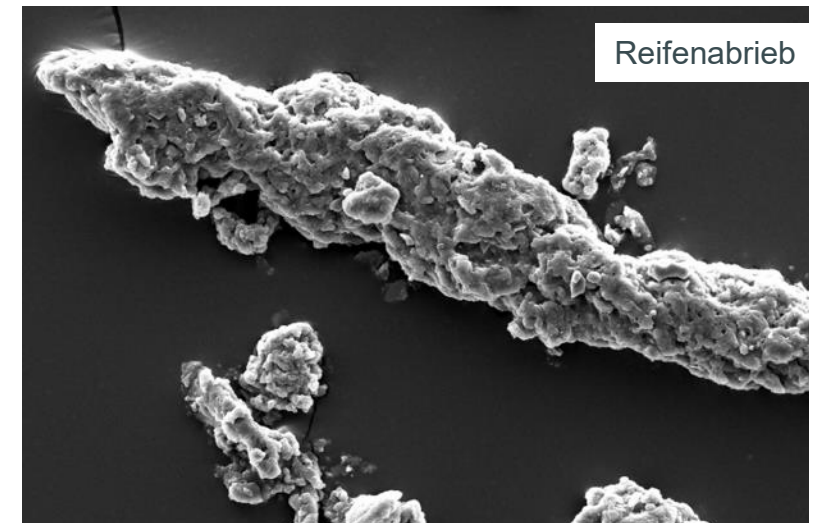
- Vulkanisationsmittel (Benzothiazol, 2-MBT etc.)
- Weichmacher, Stabilisatoren (Nonylphenol, DEHP etc.)
- Antioxidantien ([6PPD-Quinon](#), DPG, etc.)

➤ Fazit

- Schwammstadt-Planung muss Belastungen und Anforderungen des Gewässerschutzes berücksichtigen

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-Belastungsklassen: Platz- und Verkehrsflächen ¹

- **Effektive Belastung beeinflusst durch Strassenreinigung, Brems-/Kurvenbereiche, Schwerlastverkehr etc.**

Herkunftsflächen	Belastungsklasse
Strassen < 5'000 DTV Geh- und Radwege Hauszufahrten, Vor- und Parkplätze mit wenigen Fahrzeugwechselln	gering
Strassen 5'000 bis 14'000 DTV Hauszufahrten, Vor- und Parkplätze mit mittleren Fahrzeugwechselln und mittlerer Nutzung Urbane Platzflächen mit vielen Festen und Publikumsverkehr, wenig motorisiertem Verkehr Umschlag- und Lagerplätze ohne wasser- oder umweltgefährdende Stoffe Sportplätze	mittel
Strassen > 14'000 DTV Hauszufahrten, Vor- und Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechselln und intensiver Nutzung	hoch

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









VSA-Belastungsklassen: Dach- und Fassadenflächen ¹

- **Leicht erhöhter Anteil: 5 - 10 % der gesamten Metallfläche**
- **Erhöhter Anteil (bei Versickerung): > 50 m² Dachfläche, > 250 m² Fassadenfläche**

Herkunftsflächen	Belastungsklasse
Grün-, Kiesdächer: Überwiegend inerte Materialien Glasdächer, Photovoltaikanlagen, Sonnenkollektoren	gering
Metallflächen, unbeschichtet, leicht erhöhter Anteil Metallflächen, beschichtet, erhöhter Anteil Pestizidhaltige Materialien, erhöhter Anteil	mittel
Metallflächen, unbeschichtet, erhöhter Anteil Terrassen, Balkone, Dachterrassen	hoch

Behandlungsmassnahmen: Versickerung

- **Behandlung: mit/ohne Bodenpassage, bewilligungspflichtige Anlage $A_E/A_V \geq 5:1$**
- **Behandlungsklasse bestimmt den Wirkungsgrad:  «standard»,  «erhöht»**

Versickerung	Bodenpassage	Behandlungsklasse des Niederschlagswassers		
		gering	mittel	hoch
Übriger Bereich üB	mit - über die Schulter	+	+	+
	mit - über eine Anlage	+	+	
	ohne - über eine technische Anlage			
Bereich A_u	mit - über die Schulter	+	+	+
	mit - über eine Anlage	+	+	
	ohne - über eine technische Anlage			
S3, S_h , S_m	mit - über die Schulter	+	-	-
	mit - über eine Anlage	+	-	-
	ohne - über eine technische Anlage	-	-	-

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

Ohne Bodenpassage: Technische Adsorberanlagen

- **Anlagen zur dezentralen Behandlung von belastetem Niederschlagsabwasser**
 - Kompakt, sofort betriebsbereit und definiertes hydraulisches und stoffliches Leistungsprofil
 - Steigende Nachfrage an Standorten mit Platzmangel (Schwammstadt-Konzepte)



Adsorbersubstrate: Spezifische Schadstoffbindung

Merkmale der Materialien

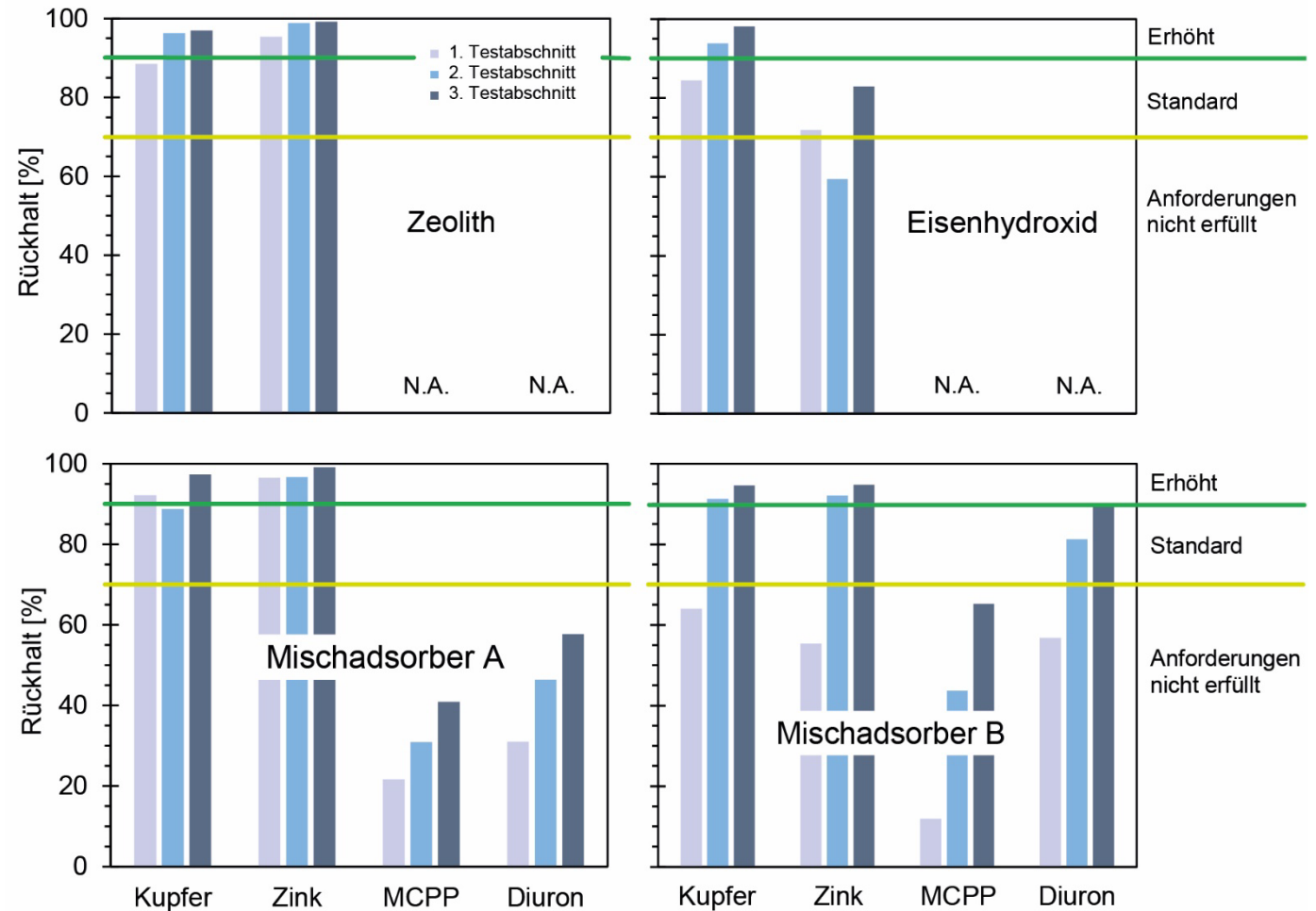
- Zeolith, granuliertes Eisenhydroxid, granuliertes Aktivkohle etc.
- Hohe Leistungsfähigkeit (stofflich, hydraulisch)
- Entsorgung gemäss Abfallrecht

Anlagentypen

- Rinnen, Schachtanlagen
- Adsorbersubstrat 30 – 50 cm

Hinweis

- Adsorber ≠ Baum-/Pflanzsubstrate



Burkhardt et al. (2017): VSA-Leistungsprüfung. Aqua und Gas, 11, 33-41,

VSA-Leistungsprüfung für technische Adsorberanlagen

- **Simulierter Feldtest: Skalierbar auf Anschlussfläche und Produktfamilie**
 - Rückhalt von Partikeln, Schwermetallen und Mikroverunreinigungen
 - Reproduzierbare Prüfbedingungen



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

Simulierter Feldtest: Prüfungskonzept

- **Standard-Prüfung: 63 Prüfreden (810 l/m²) mit hydraulischem Test (Anfang/Ende)**
- **Dachwasser-Prüfung: 12 Prüfreden (200 l/m²)**

Merkmale		Starkregen	Landregen	Kleinregen
Regenintensität	mm/h	40	20	5
Dauer	min	20	60	120
Regenhöhe pro Ereignis	mm	13	20	10
Abflussmenge	l/(s*ha)	111	56	14
Standard-Prüfung				
Anzahl Ereignisse	-	3	15	45
Prüfredenspende total	l/m ²	40	300	450
Dachwasser-Prüfung				
Anzahl Ereignisse	-	-	3	9
Prüfredenspende total	l/m ²	-	60	90

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

Simulierter Feldtest: Prüfkonzept

■ Einsatzbereiche

- Dachwasser-Prüfung: Flächen 1, 2
- Standard-Prüfung: Flächen 3, 4, 5

■ Leitsubstanzen

- GUS: Quarzmehl (Millisil W4, $d_{50} = 0.065 \text{ mm}$)
- Schwermetalle: Kupfer, Zink
- Mikroverunreinigungen: Diuron, Mecoprop

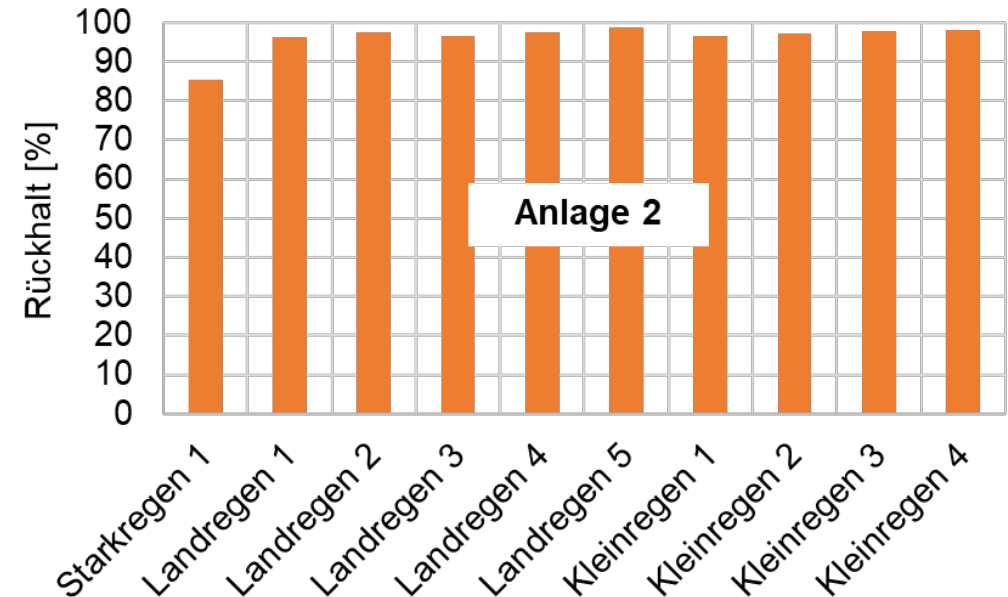
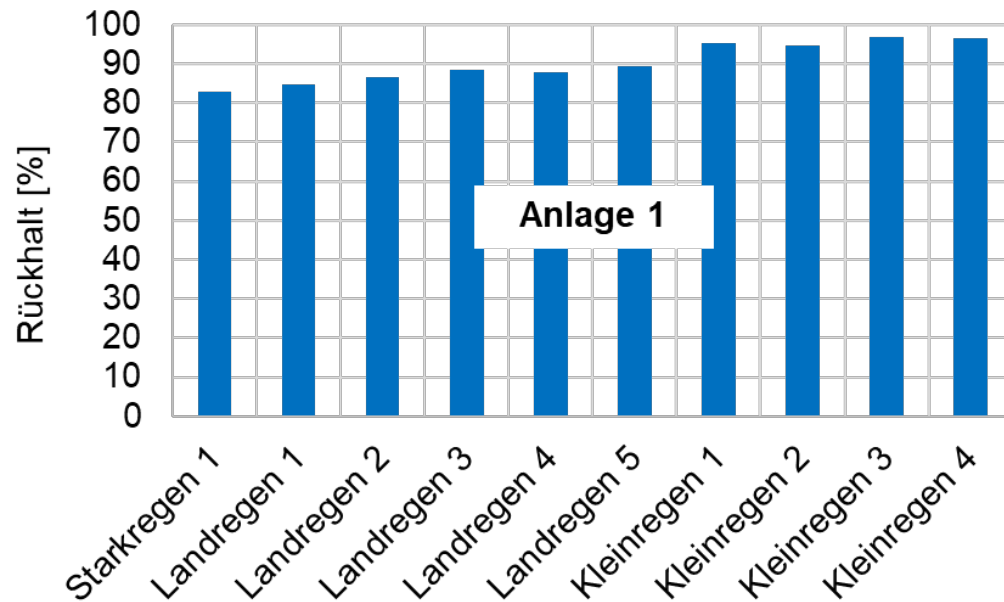


Fläche	Einsatzbereich der Anlage
1	Dach und Fassadenflächen mit erhöhtem Metallanteil
2	Dach und Fassadenflächen mit pestizidhaltigen Materialien
3	Platz- und Verkehrsflächen (Strassen, Wege, Umschlag-, Park-, Sportplätze etc.)
4	Gemischtes Siedlungseinzugsgebiet (Dächer, Fassaden, Plätze, Strassen)
5	Eisenbahnanlagen

Ergebnisse: Rückhalt von Partikeln (GUS)

■ Wasserkontaktzeit

- Anlage 1 reagiert stärker auf hydraulische Belastung als Anlage 2 (höherer Wirkungsgrad)
- Verfahrenskonzept beeinflussen Rückhalt



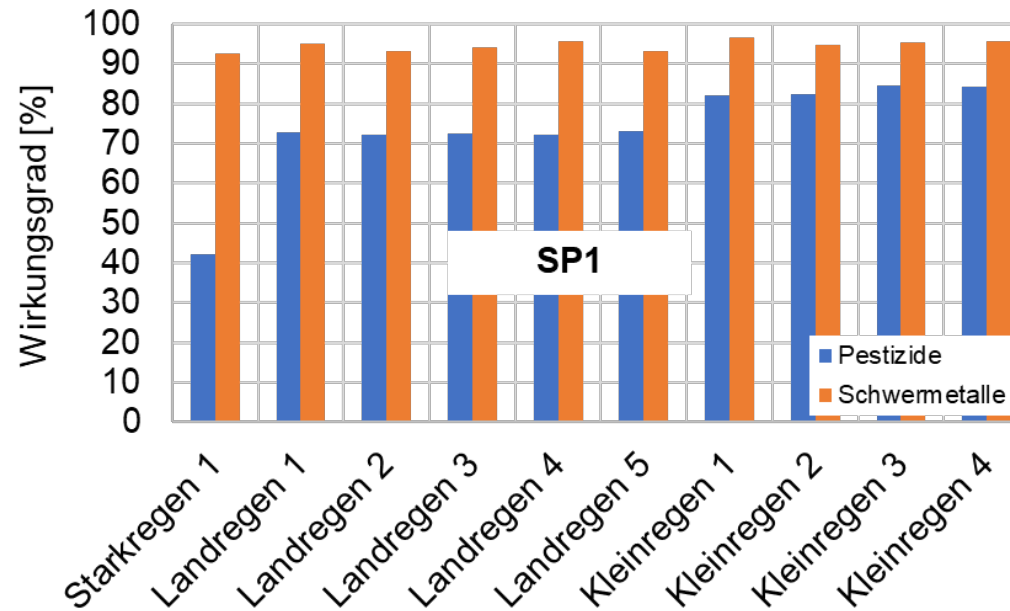
Ergebnisse: Rückhalt von gelösten Schadstoffen

■ Schwermetalle

- Rückhalt konstant hoch (Adsorption, pH)

■ Mikroverunreinigungen

- Rückhalt nimmt mit Wasserkontaktzeit zu (Starkregen < Landregen < Kleinregen)



Adsorberanlagen: Eignung für Versickerung und Direkteinleitung

■ Ergebnisse der VSA-Leistungsprüfung

- Keine relevante Remobilisierung (< 1 %)

Herkunft des Niederschlagswassers	Model / Produkt	Hersteller	Partikel (GUS)	Schwermetalle	Mikroverunreinigungen (Pestizide)
1) Dach- und Fassadenflächen: Metalle	ViaToc	Mall AG		Erhöht	
	Heavy Traffic	Creabeton AG		Standard	
	StormClean	ACO AG		Erhöht	
	HydroClean Pro	REHAU Vertriebs AG		Erhöht	
	D-Rainclean Sickermulde	Funke Kunststoffe GmbH		Standard	
2) Dach- und Fassadenflächen: Pestizidhaltige Bahnen und Beschichtungen	ViaToc	Mall AG			Erhöht
	D-Rainclean Sickermulde	Funke Kunststoffe GmbH			Standard
3) Platz- und Verkehrsflächen (Umschlag-, Lager-, Vor-, Park-, Sportplätze, Wege, Strassen)	ViaToc	Mall AG	Erhöht	Erhöht	Erhöht
	Heavy Traffic	Creabeton AG	Erhöht	Erhöht	Standard
4) Gemischtes Einzugsgebiet (Dach-, Fassaden-, Platz-, Verkehrsflächen)	StormClean	ACO AG	Erhöht	Erhöht	Standard
	HydroClean Pro	REHAU Vertriebs AG	Erhöht	Erhöht	Standard
5) Eisenbahnanlagen	D-Rainclean Sickermulde	Funke Kunststoffe GmbH	Erhöht	Erhöht	Erhöht
	HydroDrain Adsorberinne	Creabeton AG	Erhöht	Standard	Standard

Schlussfolgerungen und Ausblick

■ VSA-Prüfkonzept verbessert Gewässerschutz (Schwammstadt, [Artikel](#))

- Stoffrückhalt wird vergleichbar getestet
- Resultate in Stammdatenblatt pro Anlage bereitgestellt (Produktfamilie)

■ TK Adsorber

- Service und Unterhalt (Mindestanforderungen)



217

Leistungsprüfung von innovativen Adsorberanlagen:
Rückhalt von Partikeln, Schwermetallen und
Mikroverunreinigungen

F. Keller¹, M. Patric¹, A. Zenzel¹, M. Burkhard¹

¹ OST – Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC), Oberstrasse 10, 8640 Rapperswil, Schweiz
² PHEWI - Fachhochschule Nordostschweiz, Institut für Ressourcenstrategie, Hofackerstrasse 30, 4102 Mültenz, Schweiz

Kurzfassung: Für Adsorberanlagen, die zur Reinigung von Dach-, Fassaden-, Holz- und Brauchwasser eingesetzt werden, wurde ein sogenannter simulierter Feldtest als neues, schneller, reproduzierbar und erfolgreich angewendet. Ermittelt werden damit die stoffliche Rückhalt von Partikeln, Schwermetallen und Mikroverunreinigungen sowie deren Remobilisierung durch Tauwasser. Sechs Anlagen haben die Standard-Prüfung bestanden, vier Anlagen die Dachwasser-Prüfung für Metallflächen und Lacke für gestrichelte Flächen. Damit stehen neue Massnahmen im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung zum Einsatz bereit.

Key-Words: Schwermetalle, Mikroverunreinigungen, Partikel, Regenwasserbehandlung, Adsorberanlagen, VSA-Leistungsprüfung.

1 Einleitung
Im Rahmen einer wasserbewussten Siedlungsentwicklung («Schwammstadt») ist die Bewirtschaftung von Niederschlagswasser von zentraler Bedeutung für den lokalen Wasserkreislauf. Deshalb sind bei der Verankerung oder Orientierung die mögliche Belastung und das Behandlungsangebot stets zu beachten, um die Gewässer vor einer Verschmutzung zu schützen.
Niederschlagswasser von Dächern, Fassaden, Strassen, Plätzen und Eisenbahnanlagen ist je nach Nutzung, Einsatzgebiet oder Verankerung mit Partikeln, Schwermetallen und Spurenstoffen belastet. Dazu zählen beispielsweise Kanten von Dachflächen, der Anwendung als Fundament gegen Metall und Fliesen oder von Faltungen (Oberleitungen), Pestizide aus dem Grünanbau, Dach- und Fassadenbeschichtungen, sowie Reifenabrieb und damit einhergehende organische Mikroverunreinigungen (z.B. EPRD-Gummi, Benzolnaphthalin).
Die Reduktion der diffusen Stoffeinträge durch Massnahmen an der Quelle, dem Vorversorgungsnetz, sowie immer an erster Stelle der Planung (gemäß VSA «Priorität 0»), ist das Niederschlagswasser so stark verschmutzt, dass weder konventionelle noch eine nachträglichen Bodenfilter ausreichend oder möglich nach der Einleitung in eine Kläranlage einmündet sind, sind eine separate Behandlungsanlage mit Adsorbermaterial eine Alternative dar. Vor allem in städtischen Gebieten fehlen Flächen für die Verankerung über dem Boden.
In der Regel umfassen die Anlagen eine Wasserentnahme, eine Abscheidung für Partikel und ein technisches Substrat primär zum Rückhalt geladener Stoffe (Adsorbermaterial). Die

217

Leistungsprüfung von innovativen Adsorberanlagen:
Rückhalt von Partikeln, Schwermetallen und
Mikroverunreinigungen

F. Keller¹, M. Patric¹, A. Zenzel¹, M. Burkhard¹

GESAMTBEURTEILUNG DER BEHANDLUNGSANLAGEN
VSA - STAMMDATENBLATT FÜR DEN SIMULIERTEN FELDTEST (Version 2023)¹


Hersteller: ACC AG Datum Zeichnung: 03.04.2023
Strasse, PLZ, Ort: Industriekleinzug
Homepage: <https://www.acc.ch/> Telefon: +41556455000
Name, Vorname: Wollschläger, Andre Email: wollschlaeger@acc.ch
Anlagennummer: ACC Stormkanal DN1000 - DN 2500 (Produktbezeichnung, Identifikations - Nummer)
Anlagenart: Schacht [x] Gewerbe Anschlussfläche (m²): 300 Produktfamilie: Beim Hersteller nachfragen
Betrieb: Wartungsintervall und Standzeit beachten, Service-Vertrag vorsehen.

Einstellung der Prüfkonzentration
Der mittlere stoffliche Wirkungsgrad (Rückhalt) ist für die Einstufung der Anlagen entscheidend. Die Leuchteffizienz wurde für 0,1 mg/l Metall (Cu) (100 ± 10 µm, 60 ± 100 mg/l) für die Schwermetalle Kupfer und Zink sowie für die Mikroverunreinigungen Datin und Meoprin gewählt.

Behandlungsstufe	Partikel (100µm)	Schwermetalle	Mikroverunreinigungen
1) Dach- und Fassadenflächen (Metalle)	Anforderungswerte: Rückhalt (%)	Erhält [x] Nicht geprüft [x]	
2) Dach- und Fassadenflächen (Pestizidhaltige Regen- und Brauchwasser)	Anforderungswerte: Rückhalt (%)	Erhält [x] Nicht geprüft [x]	
3) Holz- und Verbleibflächen (Gemeinsches Entsorgungsgut)	Anforderungswerte: Rückhalt (%)	Erhält [x] Nicht geprüft [x]	Standard [x]
4) Eisenbahnanlagen	Anforderungswerte: Rückhalt (%)	Erhält [x] Nicht geprüft [x]	Standard [x]

Remobilisierung durch Tauwasser (z. B.): Hydrolytische Leuchteffizienz (z. B.): 0,015 %
Schwammstadt: Mikroverunreinigungen: Leuchteffizienz (z. B.): 0,015 %
Erhält [x] 0,04 % Erhält [x] 0,0005 % Leuchteffizienz: Erhält [x] 7,1 %

¹ Gültigkeitsprüfung für Betriebsanlagen, Merkblatt Merkmal: Leitlinien und zentraler Feldtest, Version 2023



Danke für Ihre
Aufmerksamkeit

E- Mail: michael.burkhardt@ost.ch