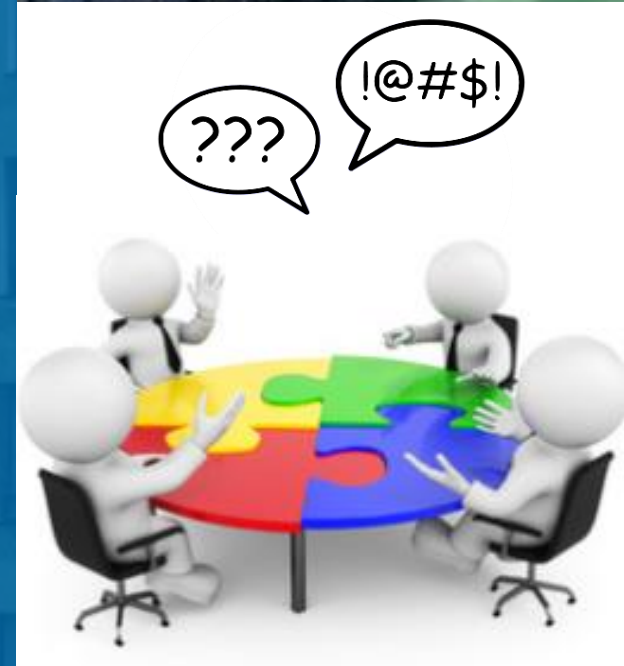


Herausforderungen für Anlagen zur Behandlung von Niederschlagswasser

Michael Burkhardt, Stella Schmidt, et al.

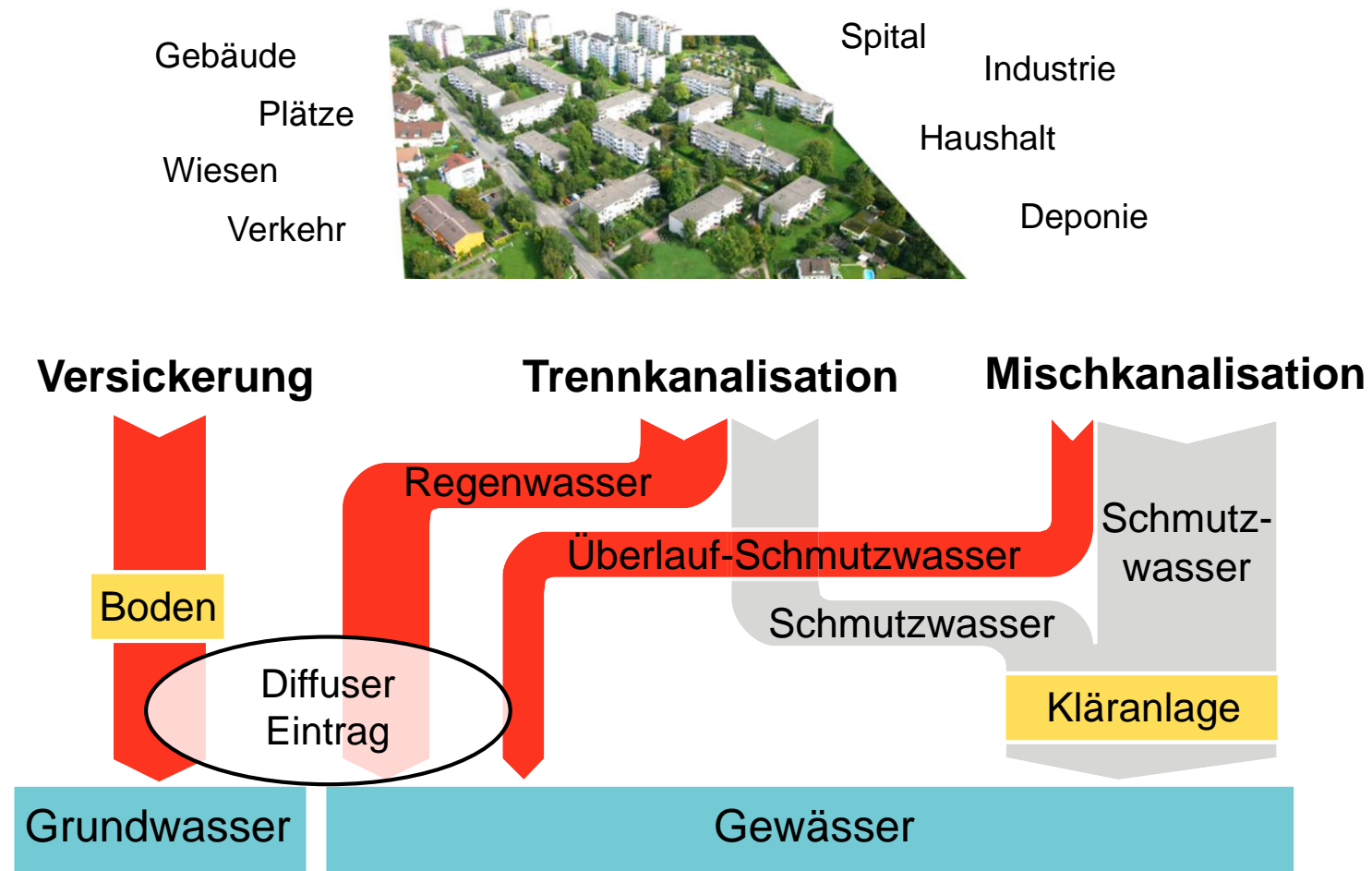
HSR Hochschule für Technik Rapperswil,
Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC),
Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil

Graz, 3. Juli 2016



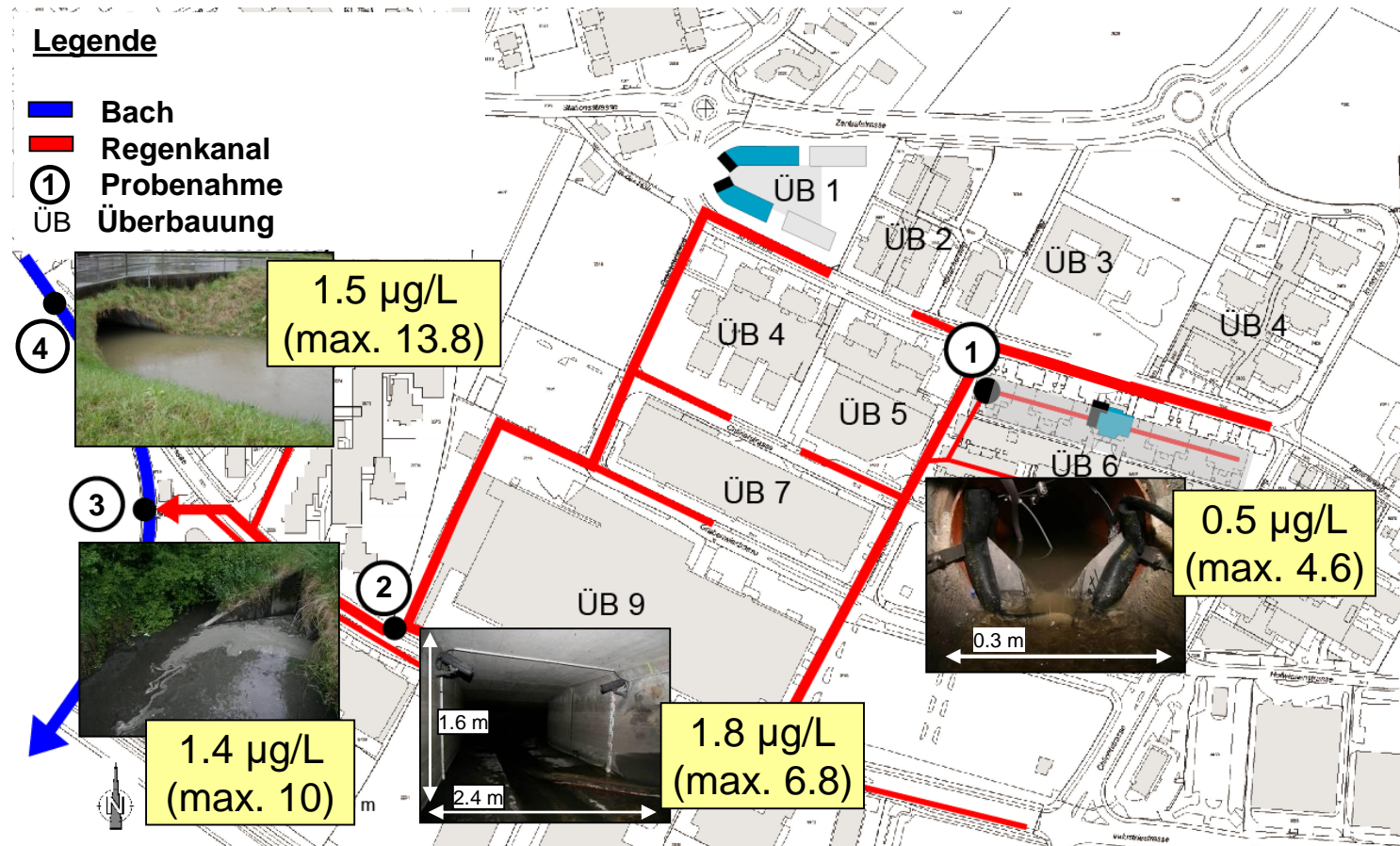
- Belastungen im Niederschlagswasser
- Beispiel einer nachgeschalteten Maßnahme
- Zukünftiges Vorgehen
- Zusammenfassung und Ausblick

Wege vom Niederschlagswasser bei Regenwetter



Mecoprop im urbanen Regenwasserabfluss¹

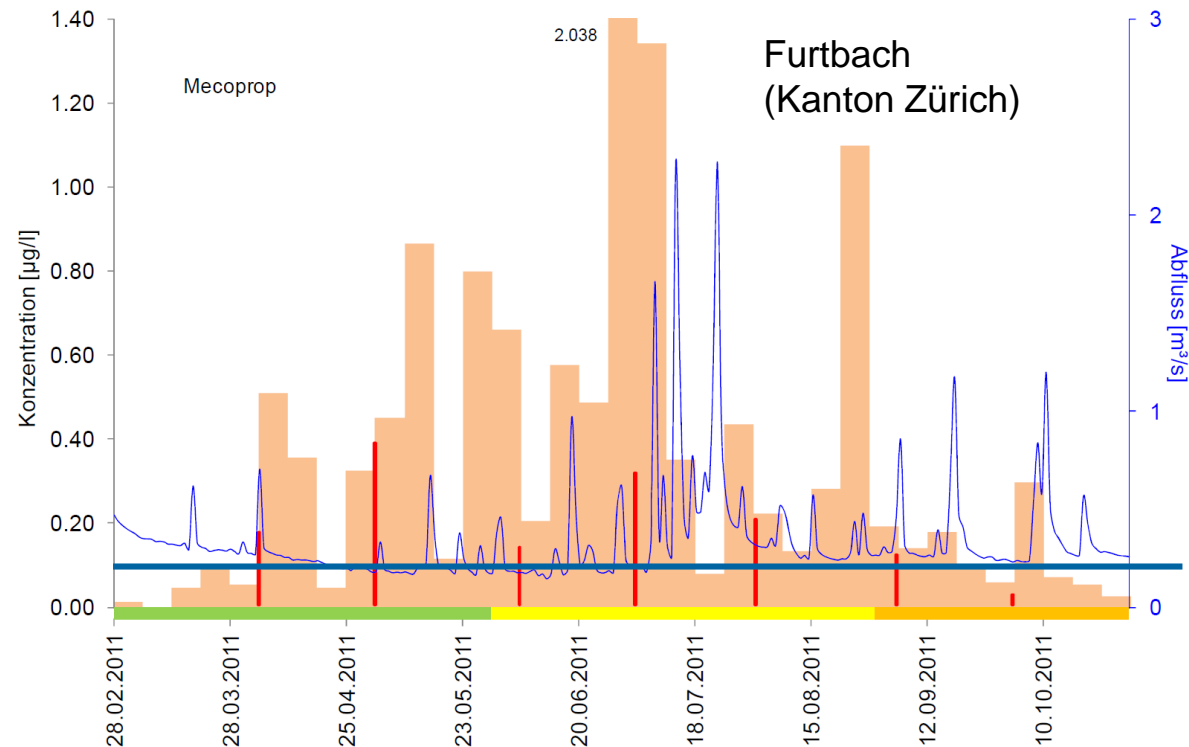
■ Wurzelfeste Bitumenbahnen auf Grün- und Tiefgaragendächern



¹ Burkhardt, M., et al. (2011): Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. Water Science & Technology, 63(9):1974-1981

Mecoprop im Fließgewässer¹

- Vorkommen nur bei Regenwetter (nicht bei Trockenwetterabfluss)
 - Neben Bitumenbahnen auch Anwendung auf Wiesen und in Landwirtschaft



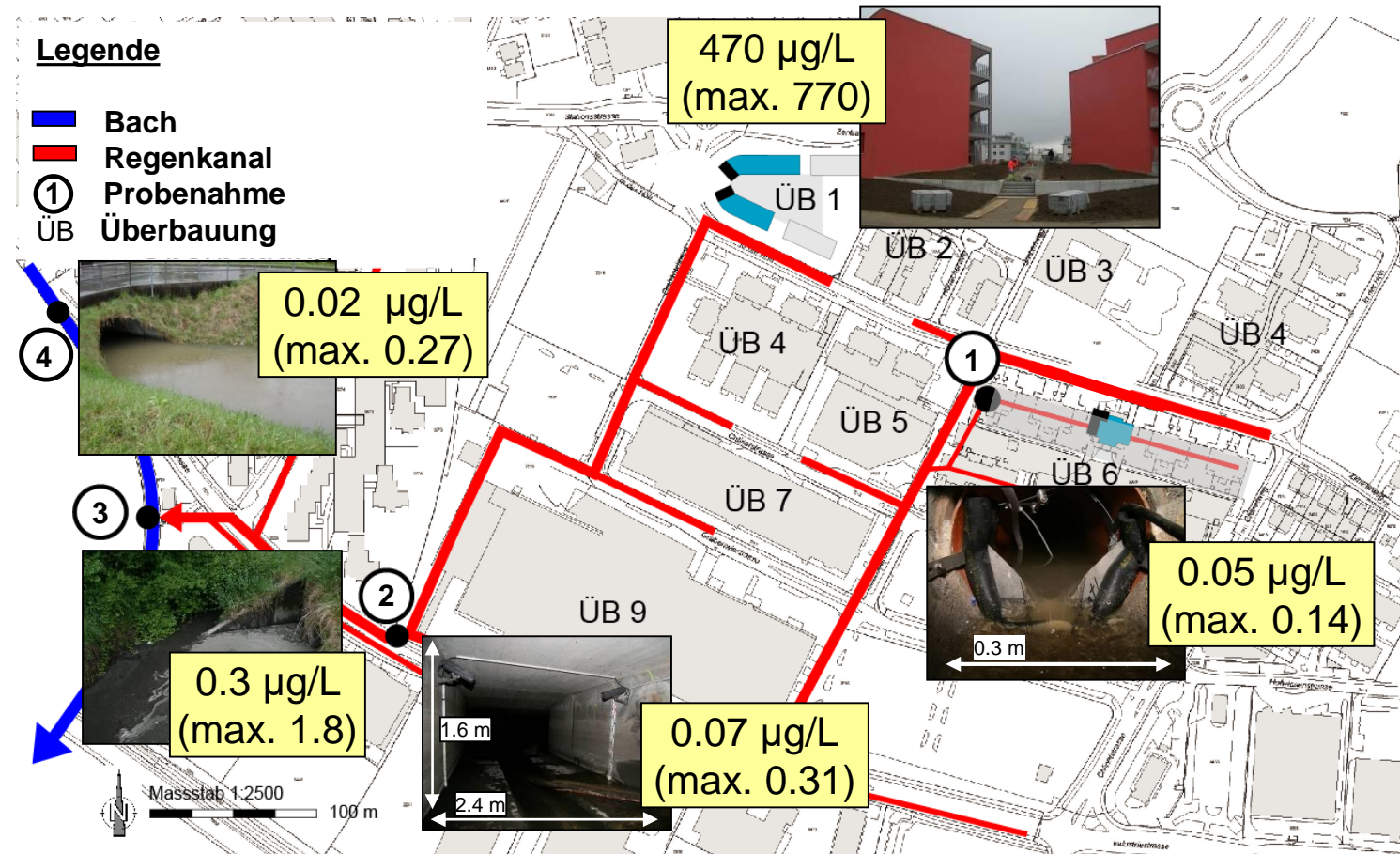
0.1 µg/l in Grund-/
Oberflächenwasser bzw.
3.6 µg/l chronisches
Kriterium (187 µg/L akut)²

¹ Sinniger et al. (2012): Pestiziduntersuchung, AWEL, Zürich, CH

² Ökotoxzentrum (2013): EQS - Vorschlag des Ökotoxzentrums für Mecoprop-p. Schweizerisches Zentrum für Ökotoxikologie Eawag-EPFL, Dübendorf, CH

Terbutryn im urbanen Regenwasserabfluss¹

■ Neubauten mit Fassadenbeschichtungen (Farben/Putzen mit Bioziden)

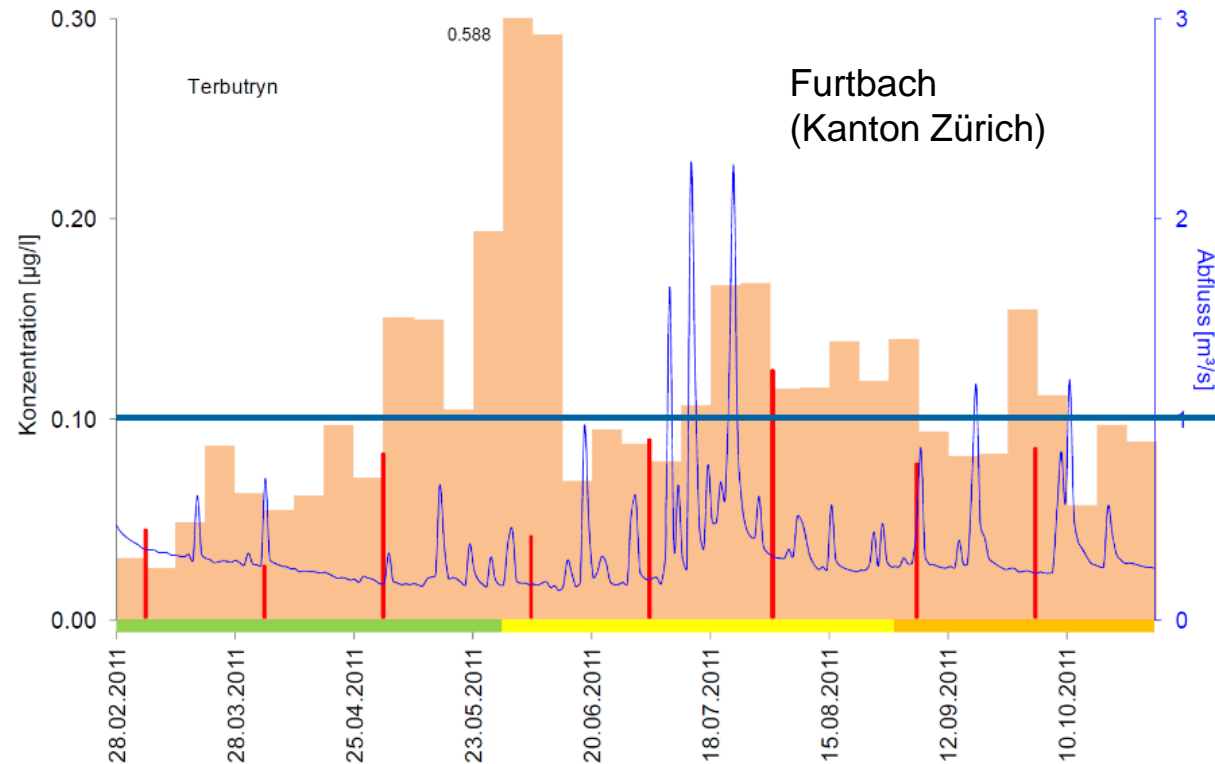


¹ Burkhardt, M., et al. (2011): Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. Water Science & Technology, 63(9):1974-1981

Terbutryn im Fließgewässer¹

■ Vorkommen bei Regen- und Trockenwetter

- Neben Auswaschung an Fassaden auch Entsorgung in Malereien, Herstellern

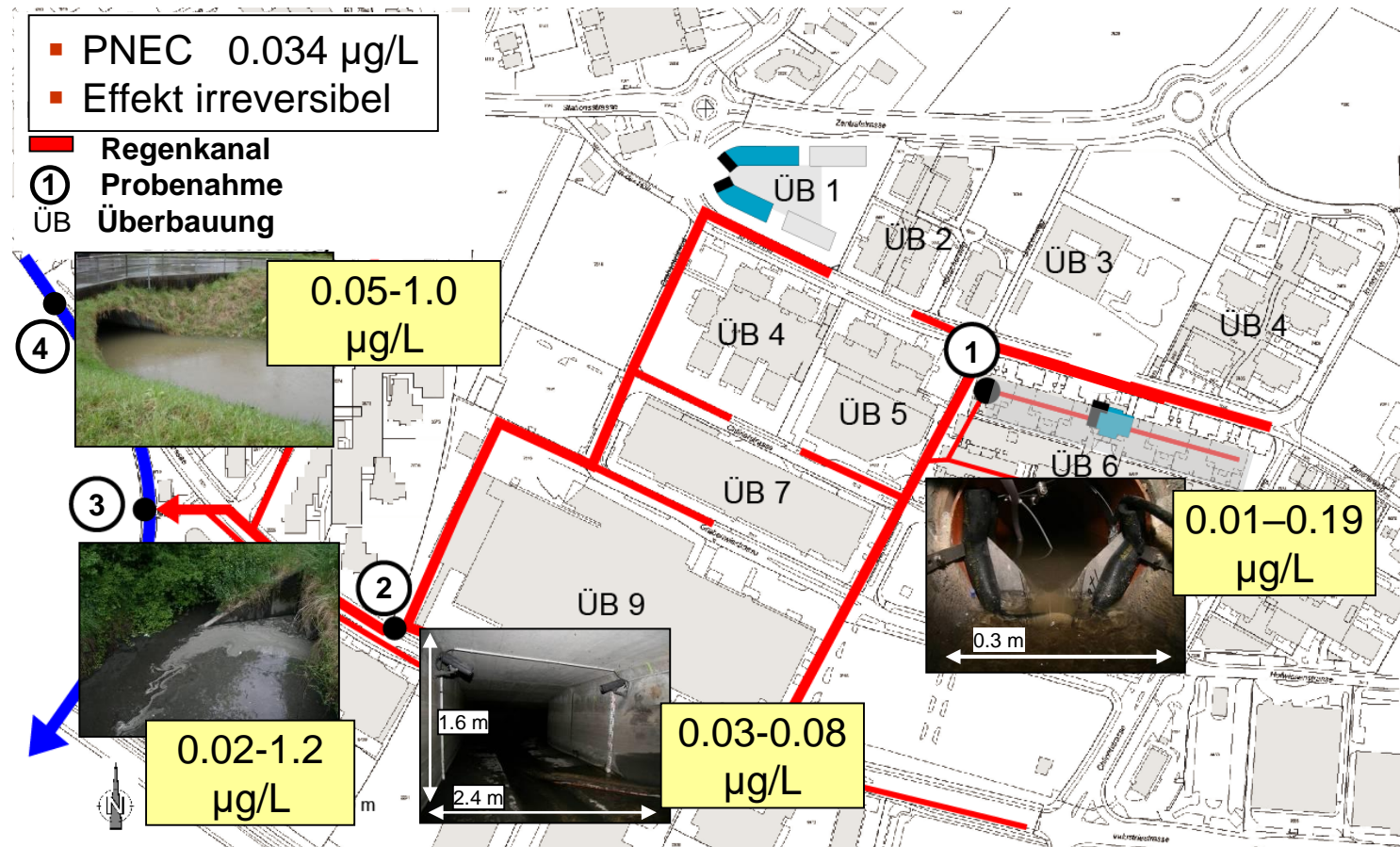


0.1 $\mu\text{g/l}$ in Grund- und
Oberflächenwasser bzw.
0.065 $\mu\text{g/l}$ gemäss WRRL

Sinniger et al. (2012): Pestiziduntersuchung, AWEL, Zürich.

Carbendazim im urbanen Regenwasserabfluss¹

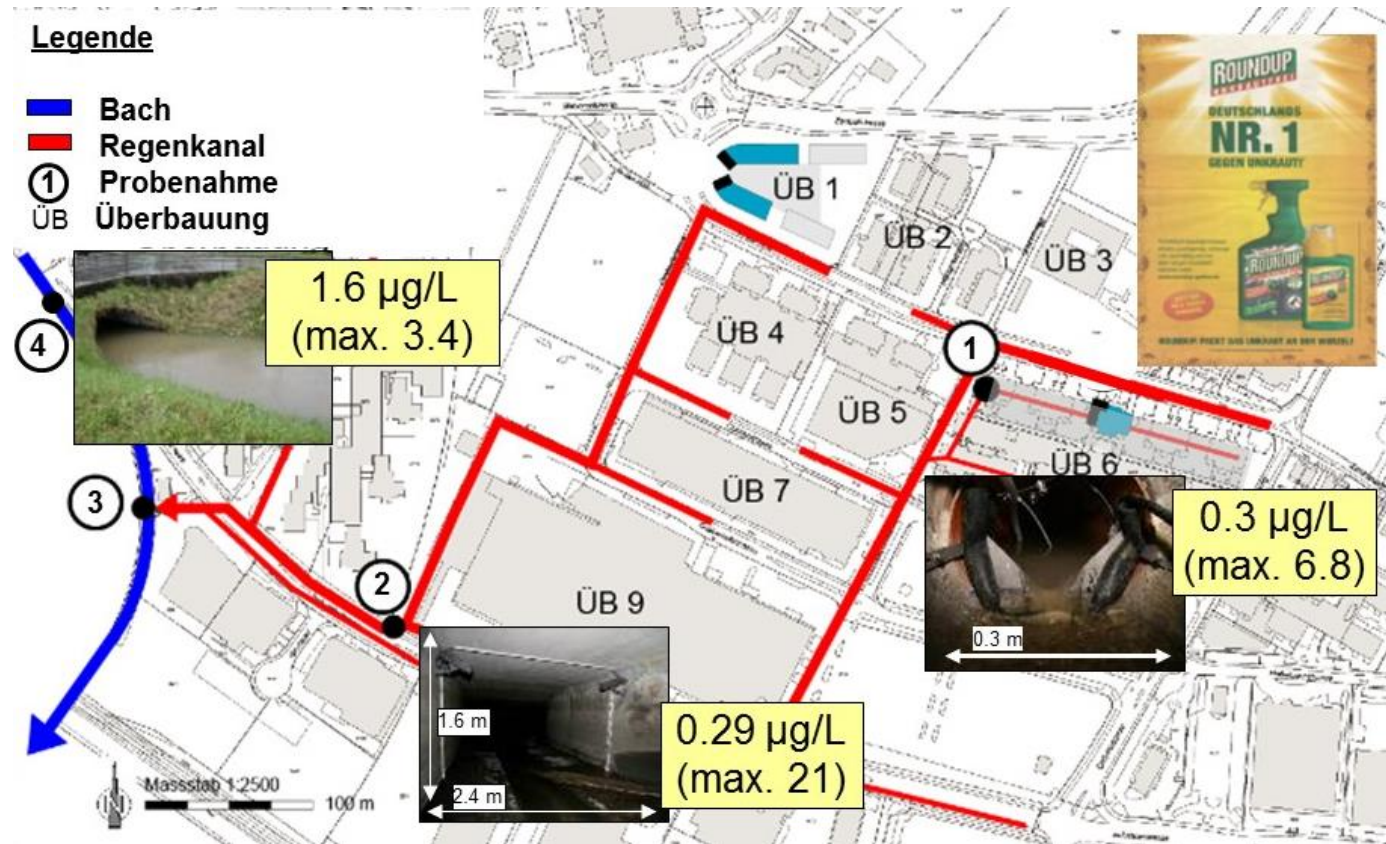
- Vor allem in älteren Gebäudefassaden (Farben/Putzen mit Bioziden), in Silikonen etc.



¹ Burkhardt, M., et al. (2011): Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. Water Science & Technology, 63(9):1974-1981

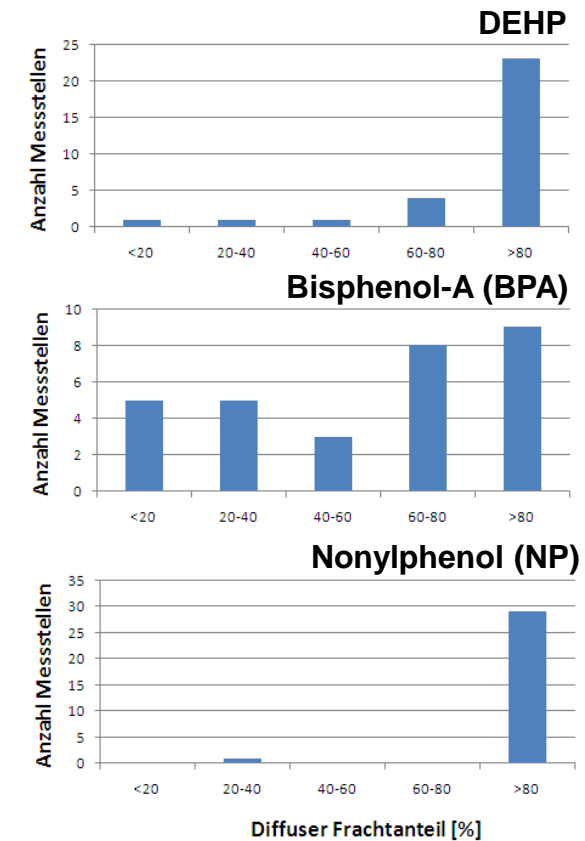
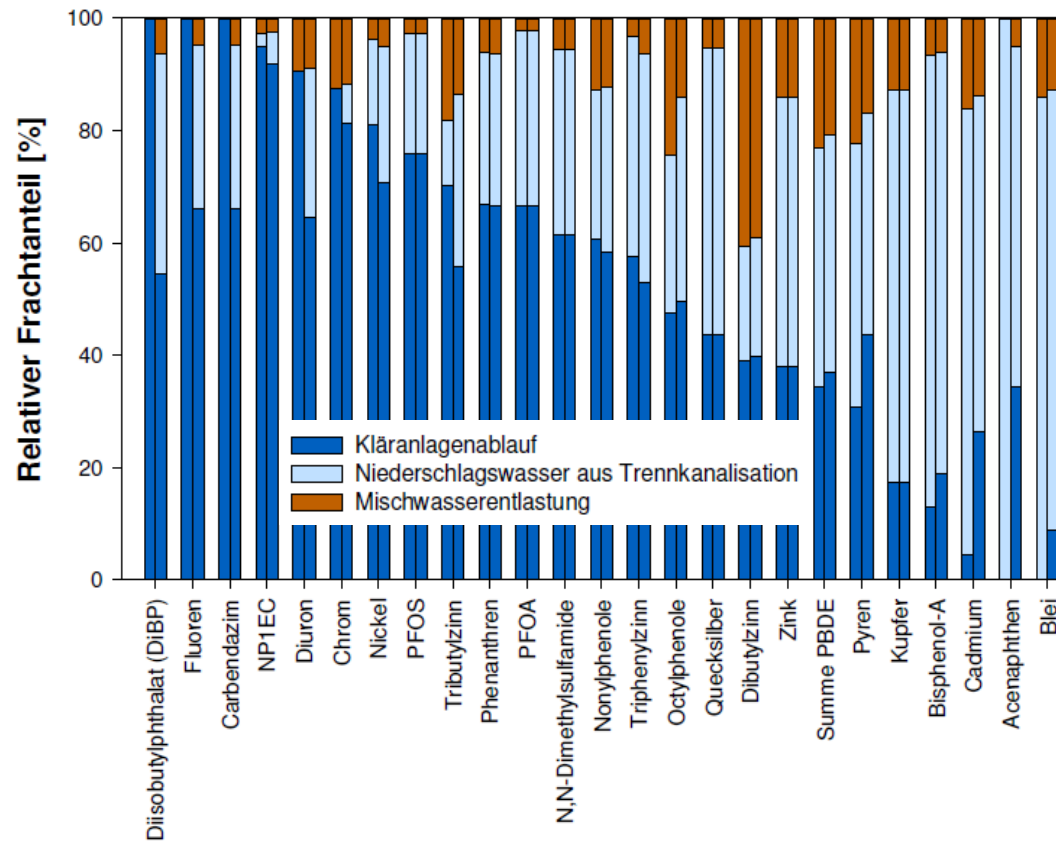
Glyphosat im urbanen Regenwasserabfluss

- Glyphosat: Wichtigstes PSM auf Wiesen, Wegen, Plätzen etc.
 - Vorkommen nur bei Regenwetter (Beispiel bei Zürich, Schweiz)



Metalle und organische Spurenstoffe im Regenwasserabfluss

- Im Straßenabwasser dominant sind Metalle, PAKs, BPA, OP, NP, DEHP¹
 - Organische Stoffe 60 – 80 % Frachtanteil



¹ Clara, M., et al. (2014). Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Studie im Auftrag des BMLFUW, Wien, Österreich.

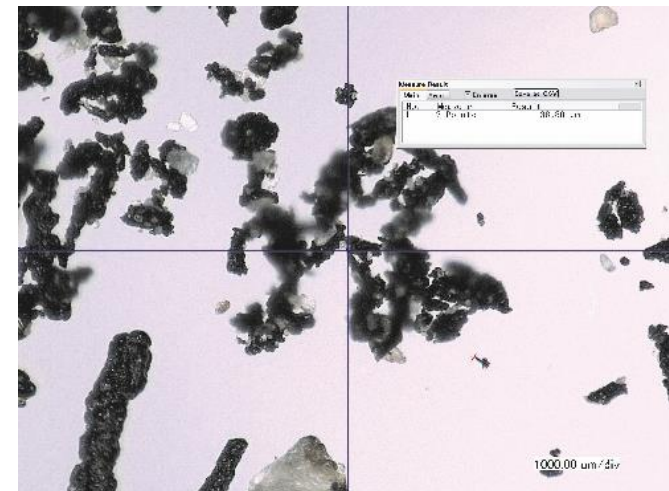
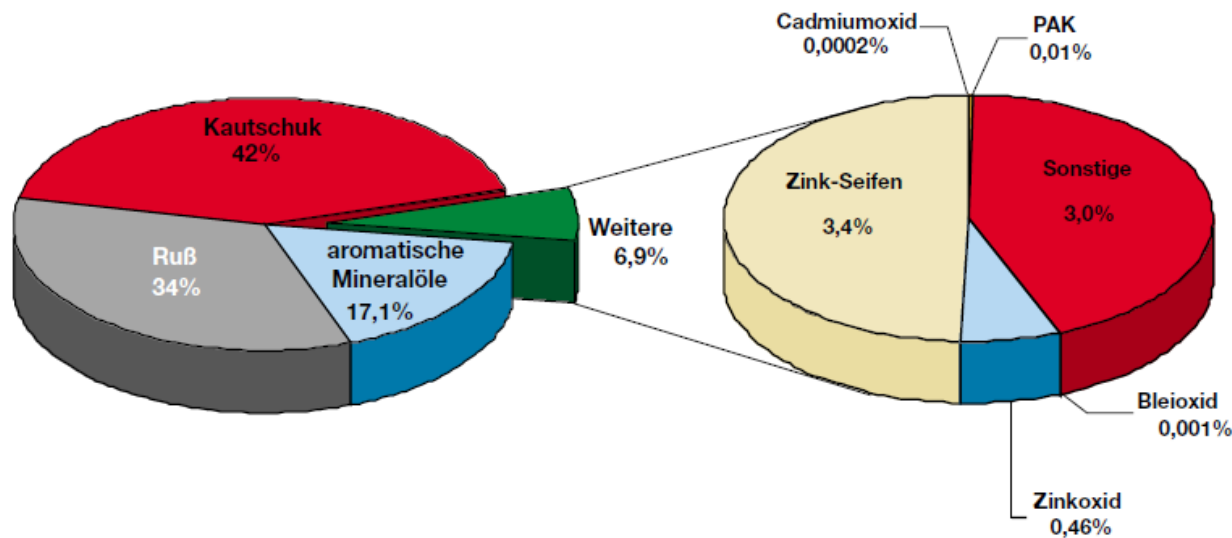
Partikuläre Stoffe im Niederschlagswasser

■ In Reifen bis zu 200 verschiedene Stoffe¹

- Kautschuk, Zink-, Bleioxid, Beschleuniger, Öle, Schwefel, Phenylendiamine, Cyclohexylthiophthalimid, Sulfenamide, Anilin, Benzthiazol, Mercaptobenzthiazol und Mercaptobenzthiazoldisulfid etc.

■ Freigesetzte Abriebmengen

- 20 mg/km Abrieb pro Reifen (1 kg Abrieb pro Reifen)
- In Deutschland 110 000 t/a Reifenabrieb (BAST)

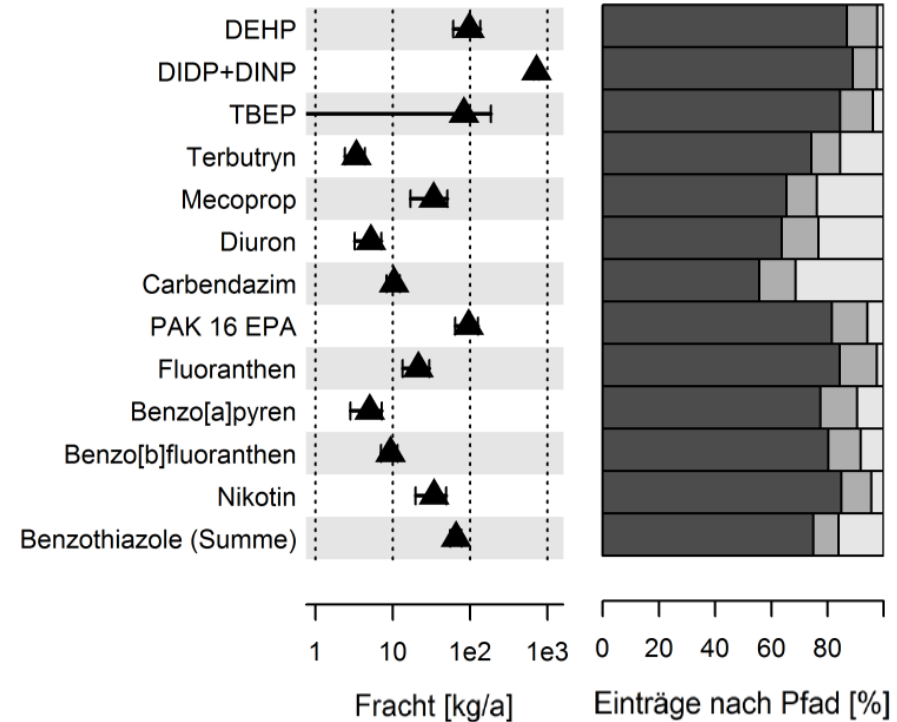
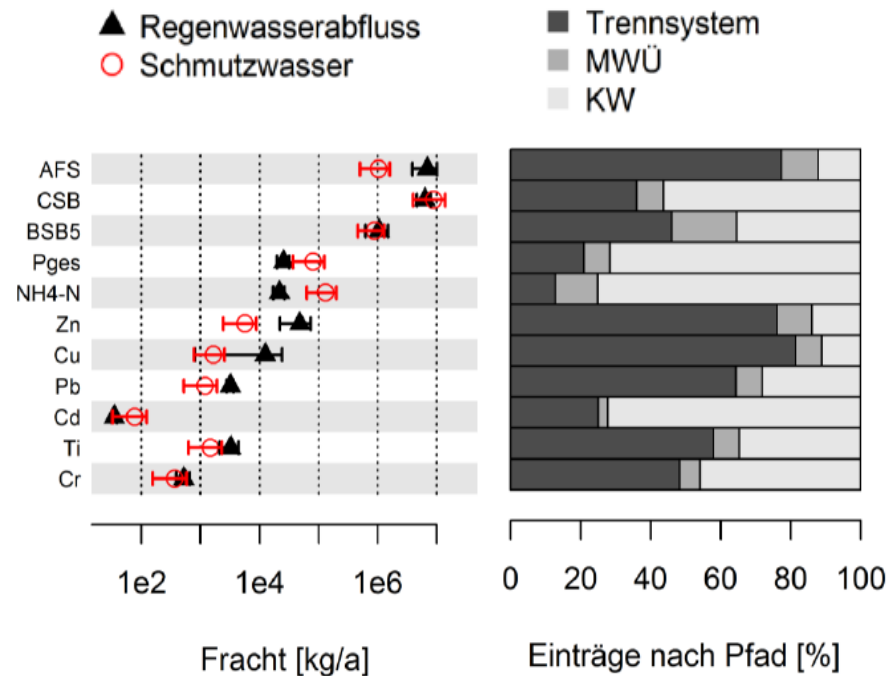


¹ Krämer, S. et al. (2006): Ökobilanz eines PKW-Reifens. Continental AG, S. 42

Stoffeinträge durch urbanen Regenwasserabfluss

■ Partikuläre, anorganische und organische Stoffe bei Regenwetter in Berlin¹

- Einzugsgebiet bestimmt Belastungshöhe und Stoffvielfalt

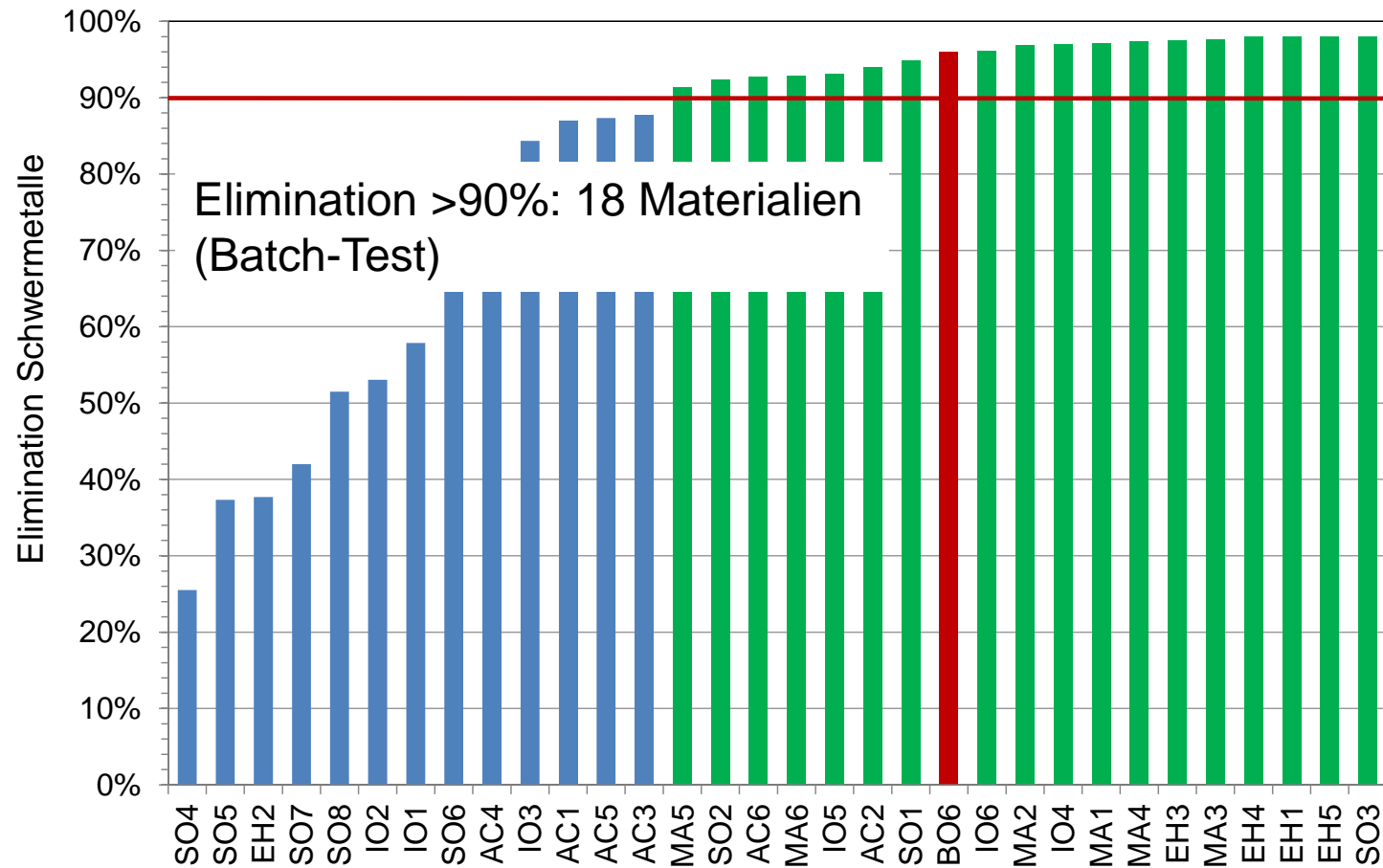


➔ **Gelöste organische und ungelöste Stoffe (≠ AFS, AFS₆₃)**

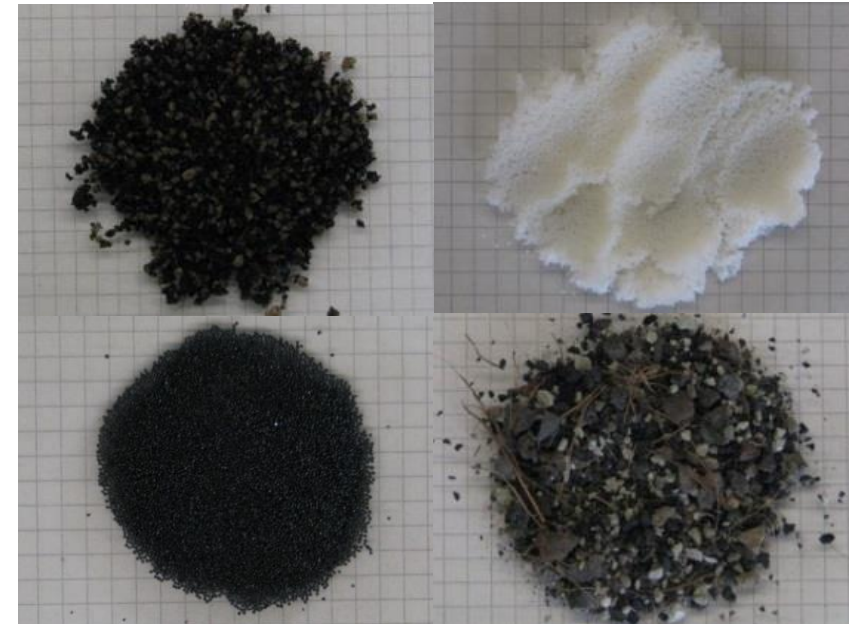
Wicke et al. (2015), Relevanz organischer Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins, OgRe-Abschlussbericht, Berlin

- Belastungen im Niederschlagswasser
- **Beispiel einer nachgeschalteten Maßnahme**
- Zukünftiges Vorgehen
- Zusammenfassung und Ausblick

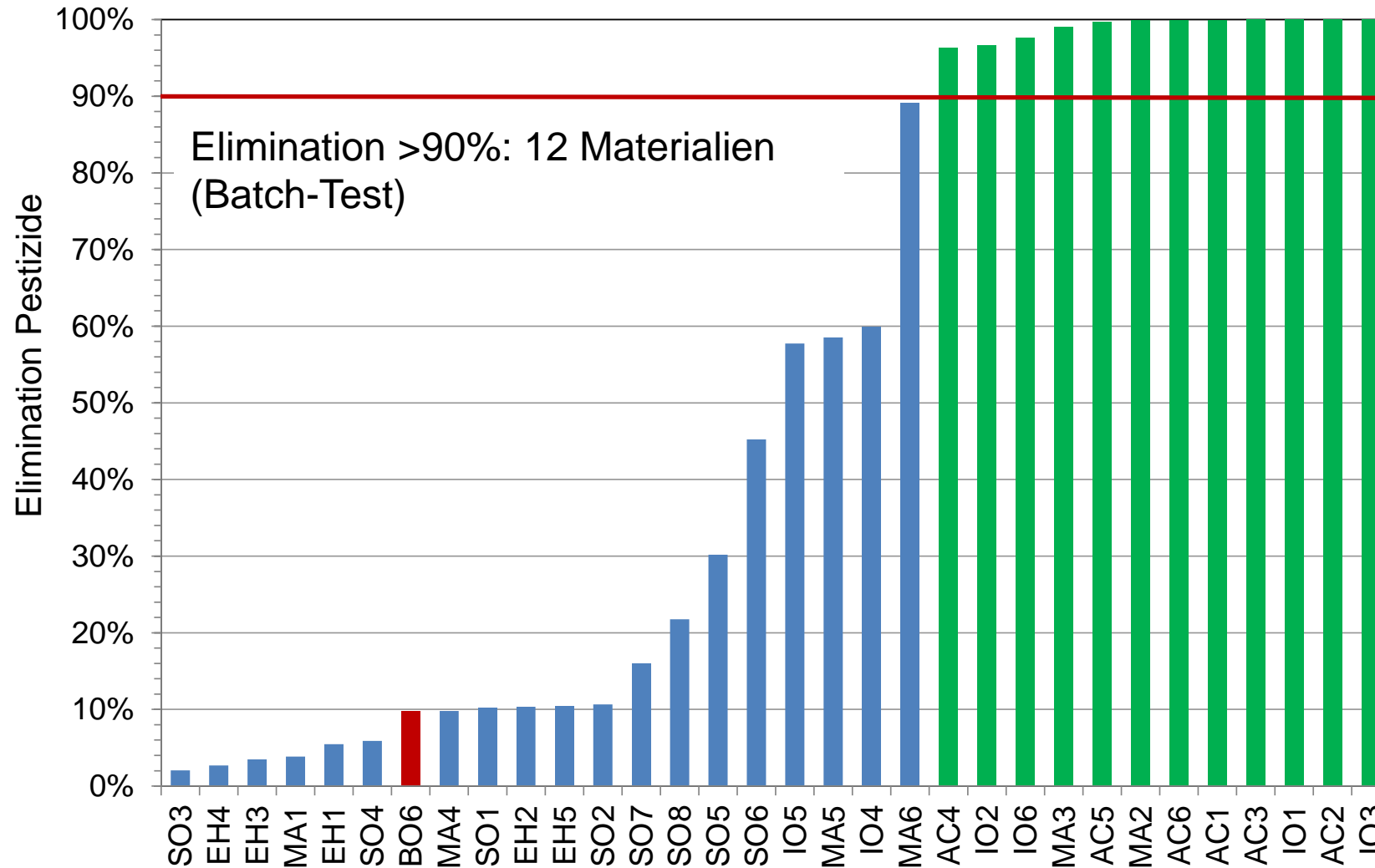
Labor-Screening: Rückhalt von Kupfer und Zink



grün: Elimination >90%; rot: Referenzboden SABA 5

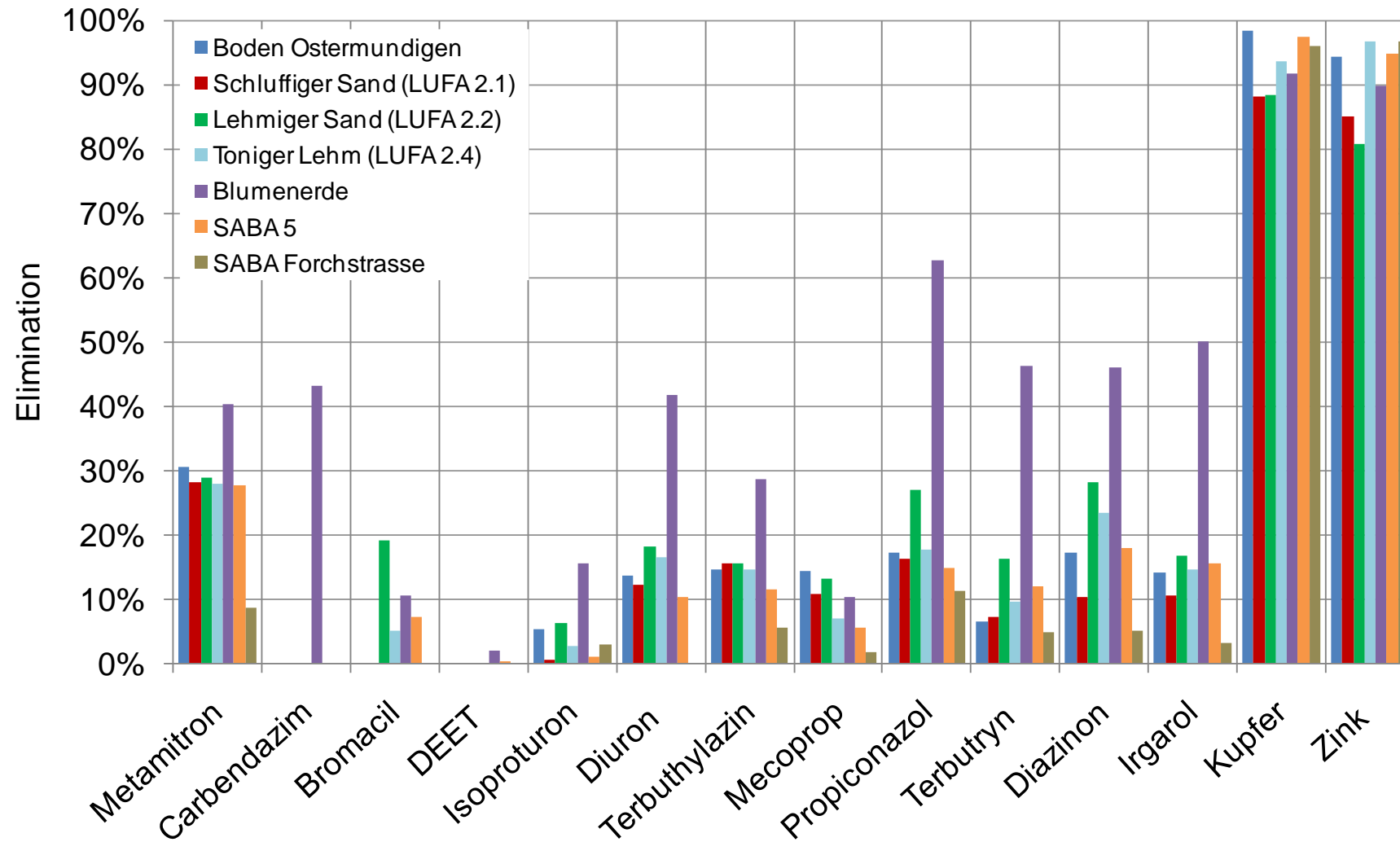


Labor-Screening: Rückhalt von Pestiziden (Diuron, Terbutryn etc.)

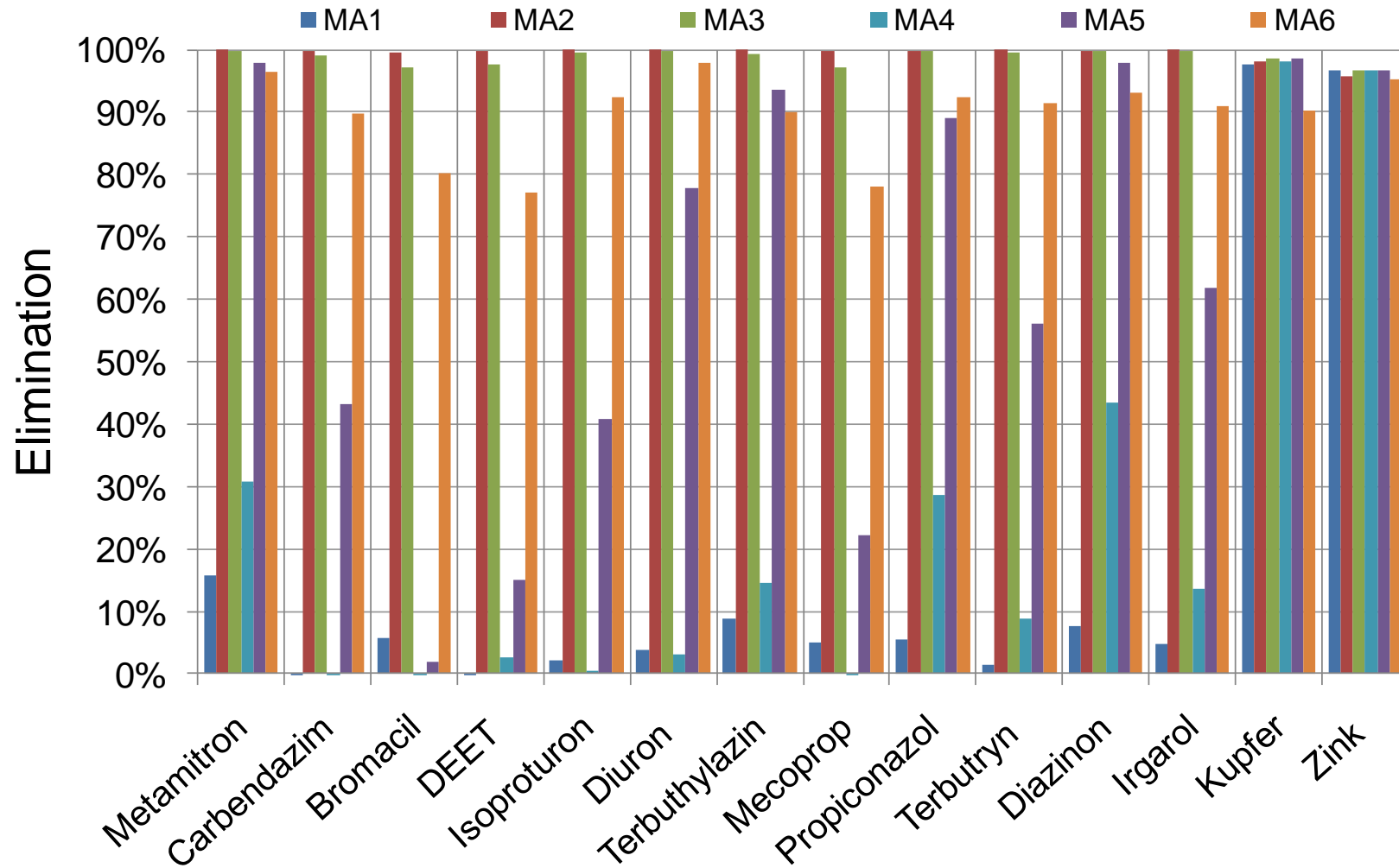


grün: Elimination >90%
rot: Referenzboden SABA 5

Labor-Screening: Rückhalt von Pestiziden durch Böden



Labor-Screening: Rückhalt von Pestiziden durch Mischadsorber

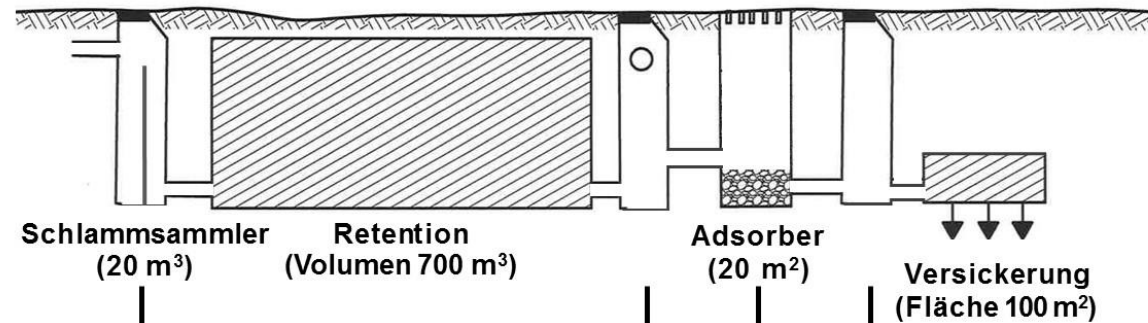


Umsetzung in Adsorberanlage für Metall-/Spurenstoffrückhalt

■ Behandlung von Strassen-, Platz- und Dachwasser

- Einzugsgebiet: >30'000 m²
- Mischadsorbermaterial: 40 cm Schichthöhe

➡ Zufluss bis 700 l/s ➡ Drosselung -10 l/s ➡ Sickerleistung 10 l/s



Zulauf-/Kontrollschacht,
Aufenthaltszeit 30 sec

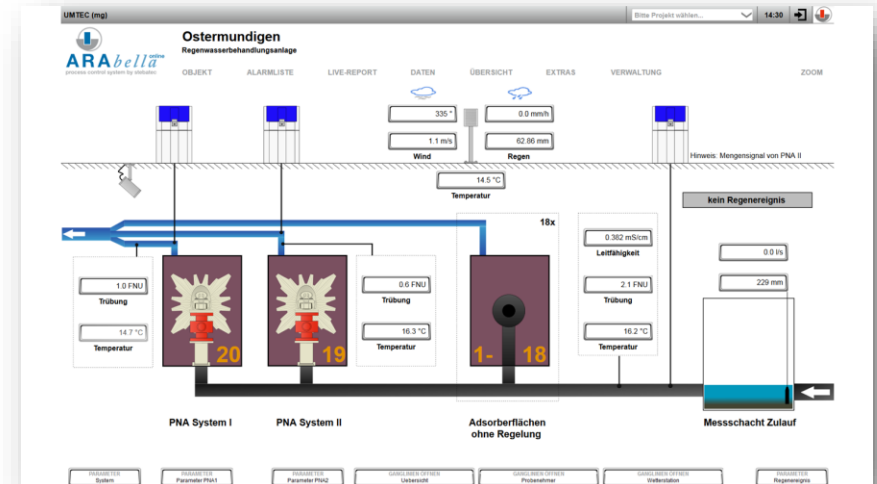
Zwischen-/Kontroll-
schacht mit Notüberlauf
mit Drosselung

Ablauf-/Kontrollschacht,
Aufenthaltszeit 120 sec

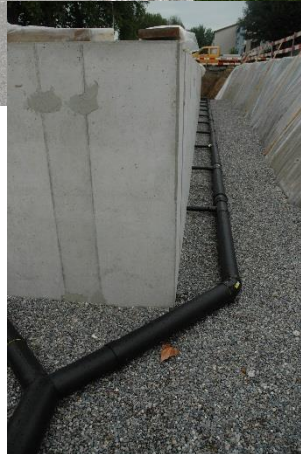
Adsorberplots AD1 und
AD2 mit MID/PNA
(je 1 m²)



Adsorberfläche AD1
(18 m²)

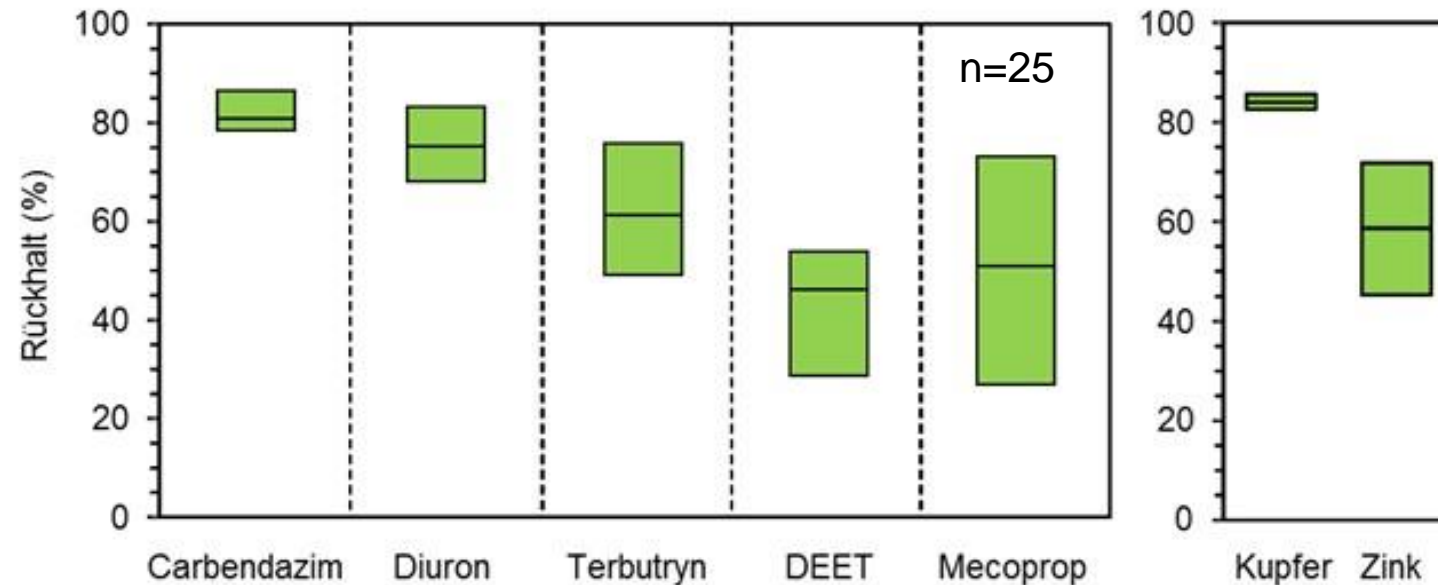


Umsetzung in Adsorberanlage für Metall-/Spurenstoffrückhalt (Bern, Schweiz)



Rückhalt von Spurenstoffen und Metallen

- Mischadsorber mit Rückhalt von MCPP und DEET je 50%, Terbutryn, Diuron und Carbendazim je 60-80%
- Rückhalt von Kupfer >80%, von Zink 60% (pH 7)
- Keine Abnahme der Durchlässigkeit über 15 Monate (9×10^{-4} m/s)

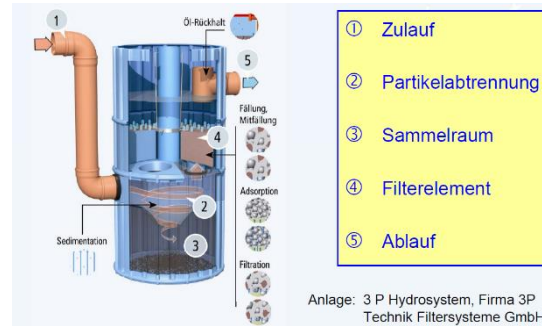


1 Burkhardt et al. (2017): Neue Massnahme zur Regenwasserbehandlung. Aqua und Gas, CH

- Belastungen im Niederschlagswasser
- Beispiel einer nachgeschalteten Maßnahme
- **Zukünftiges Vorgehen**
- Zusammenfassung und Ausblick

VSA-Testverfahren für Adsorbermaterialien und Anlagen

- Leistungsprüfung für technische Adsorbermaterialien und dezentrale technische Anlagen zur Behandlung von Niederschlagswasser von Dächern, Fassaden, Flächen, Strassen etc.
 - Standardisierte Bauweisen wie Schacht- / Kompaktanlagen für Anschlussflächen bis < 2000 m² und Rinnensysteme bis 50 m² Anschlussfläche je Rinnenlaufmeter
 - Vergleichbare Anlagen für Behandlung von Strassenwasser werden in DIBt-Zulassung getestet



<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/niederschlagswasser/dezentrale-systeme/>
http://www.creabeton-materiaux.ch/fileadmin/media/creabeton-materiaux/downloads/tiefbau/abwasserbehandlungsanlagen/SABA_pda_tva_d.pdf
<http://www.mall.ch/fileadmin/Schweiz/Unternehmen/Prospekt-Unternehmen-Produkte.pdf>
http://www.creabeton-baustoff.ch/downloads/03%20Prospekte/friwa-dawa_Dachwasserreinigungsschacht.pdf
http://www.creabeton-baustoff.ch/downloads/03%20Prospekte/friwa-saba_3
Huber et al., Broschüre zu dezentralen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen für Verkehrsflächen- und Metalldachabflüsse: Schacht-/Kompaktsysteme, Rinnensysteme, Straßeneinläufe und Flächenbeläge, Garching, 2015.

VSA-Testverfahren für Adsorbermaterialien und Anlagen

- 2-stufiges Verfahren: Säulenversuch im Labor und Feldtest an zwei Standorten
- Bewertungsklassen (Anlagen >70% vom VSA empfohlen)
 - Erhöht: ≥ 90 % Rückhalt (grün)
 - Standard: ≥ 70 bis 90 % Rückhalt für Metalle und Pestizide, ≥ 80 bis 90 % für GUS (gelb)
 - Anforderungen nicht erfüllt: < 70 % bzw. 80 % Rückhalt (rot)
- Prüfsubstanzen (zzzgl. pH, LF)
 - Kupfer, Zink
 - Diuron, Mecoprop
 - AFS (nur im Feldtest)
- Resultate mit >70% Rückhalt verfügbar

VSA-Stammdatenblatt

Hersteller	Name Anschrift	Ansprechpartner Datum Zulassung	Name Datum
Anlagentyp	Produktbezeichnung, Identifikations-Nummer		
Verfahrensprinzipien	Sedimentation, Hydrozyklon, Fällung, Flächen-/Raumfiltration, Adsorption		
Einsatzbereich	Strasse, Metallfläche, Liegenschaften etc.		

Labortest
Der ermittelte Stoffrückhalt dient der Materialcharakterisierung.

- pH-Werte in Eluaten: z.B. 8, 7,6, 7,9
- Remobilisierung < 10 % der adsorbierten Stoffmenge: Ja, nein

Stoffgruppe	Anforderung	Rückhalt [%]	Remobilisierung [%]
Metalle	z.B. Standard, gelb	z.B. 80 %	z.B. 8 %
Pestizide	z.B. Erhöht, grün	z.B. 95 %	z.B. 6 %

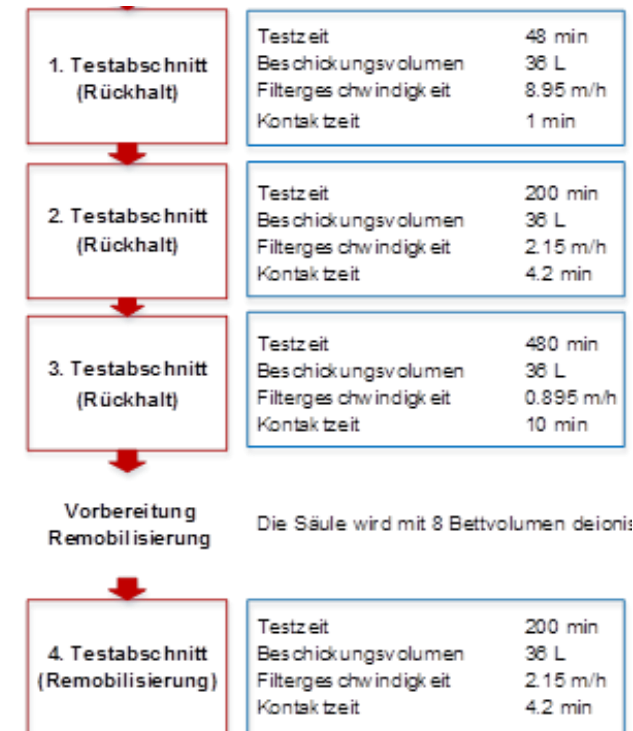
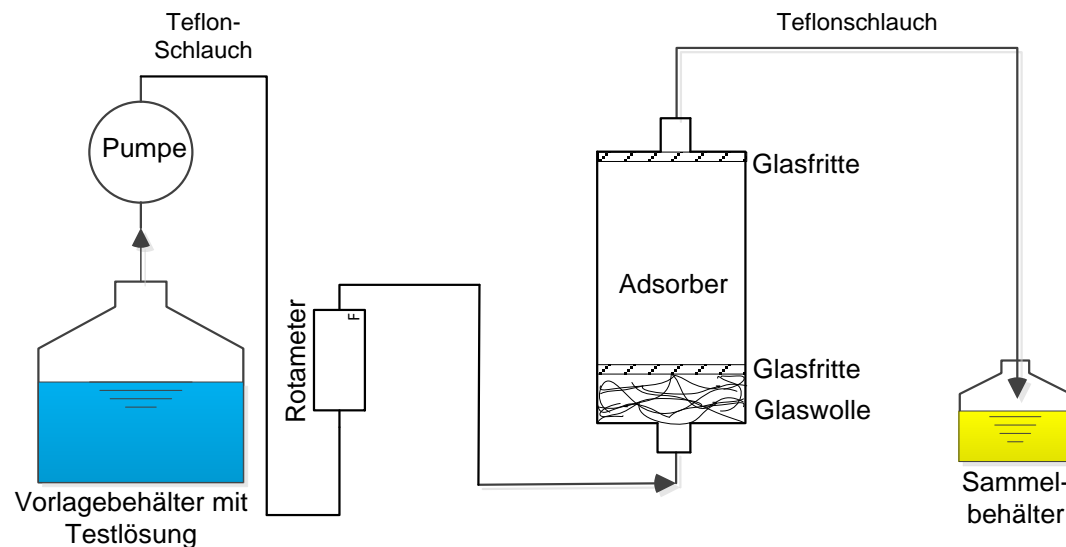
Feldtest
Der stoffliche Wirkungsgrad (Rückhalt) ist für die Einstufung der Anforderungen entscheidend.

Stoffgruppe	Anforderung	Rückhalt [%]	nicht geprüft
GUS	z.B. Standard, gelb	z.B. 85 %	-
Metalle	z.B. Erhöht, grün	z.B. 95 %	-
Pestizide	-	-	X

Bemerkungen
(Hinweise zur Leistungsbeurteilung, zum Anwendungsbereich, Einsatz einer Schmutzwasserweiche, Betreiberfahrungen)

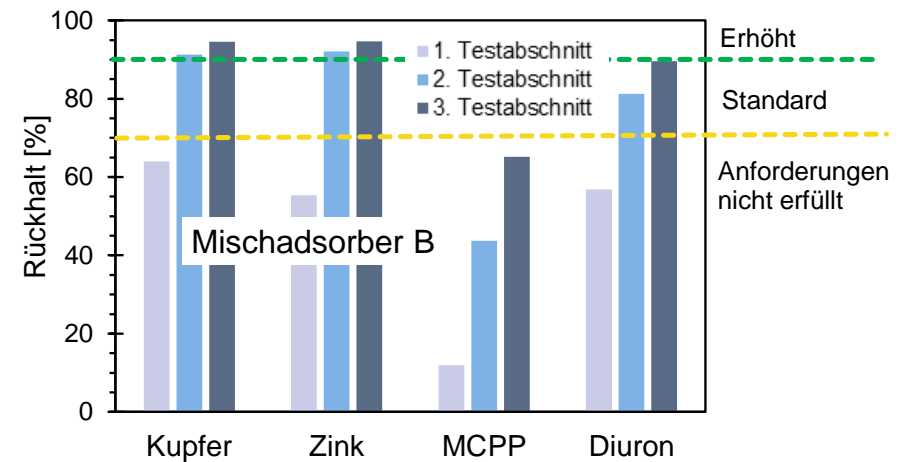
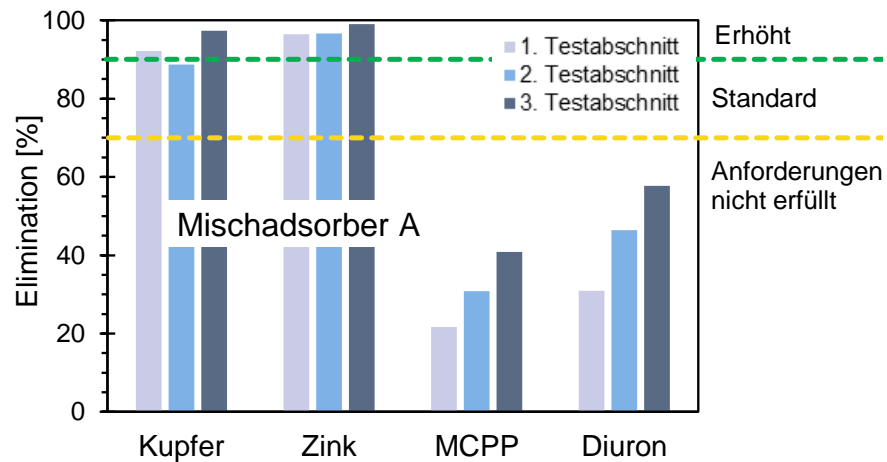
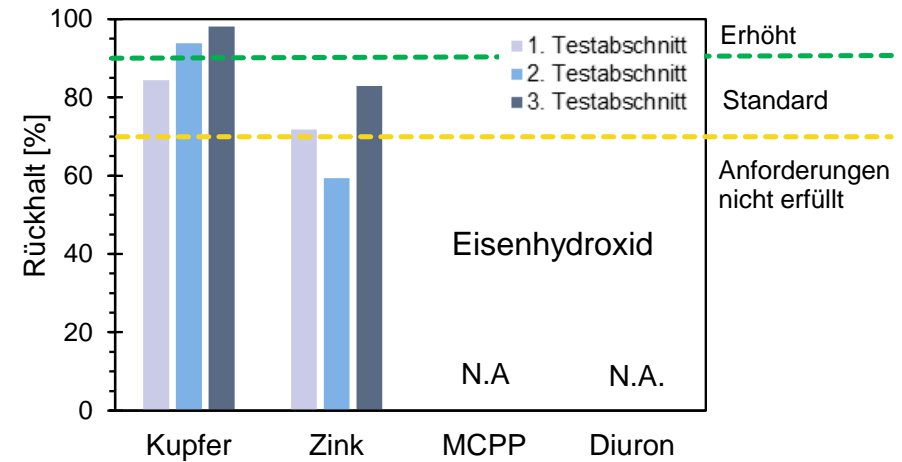
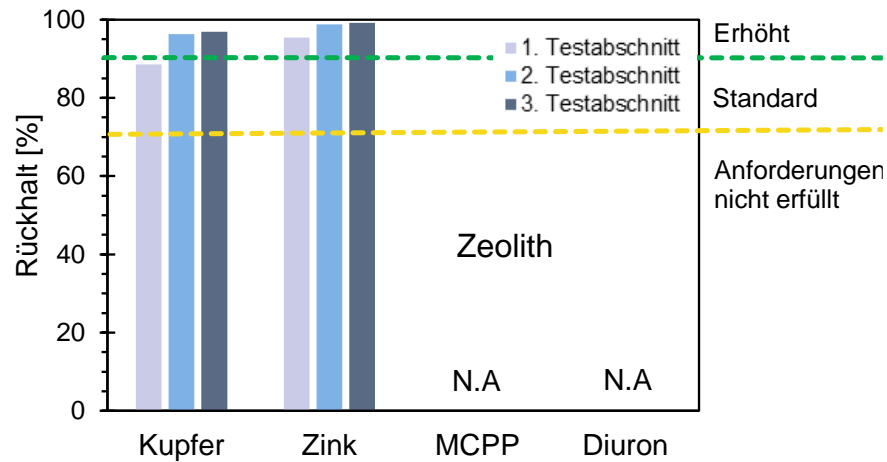
VSA-Test: Säulenversuche

- Der Labortest zielt auf die Vergleichbarkeit technischer Adsorbermaterialien zum Rückhalt von gelösten Stoffen ab und ist ein reiner Materialtest
 - Stoffrückhalt und Remobilisierung für Kupfer, Zink, Diuron, Mecoprop (je 0.5 mg/L)
 - 3 Filtergeschwindigkeiten zur (8.95, 2.15, 0.895 m/h)
 - Für Adsorbermaterial sind durch Hersteller mindestens drei Identifikationskennwerte mitzuteilen und Muster abzugeben

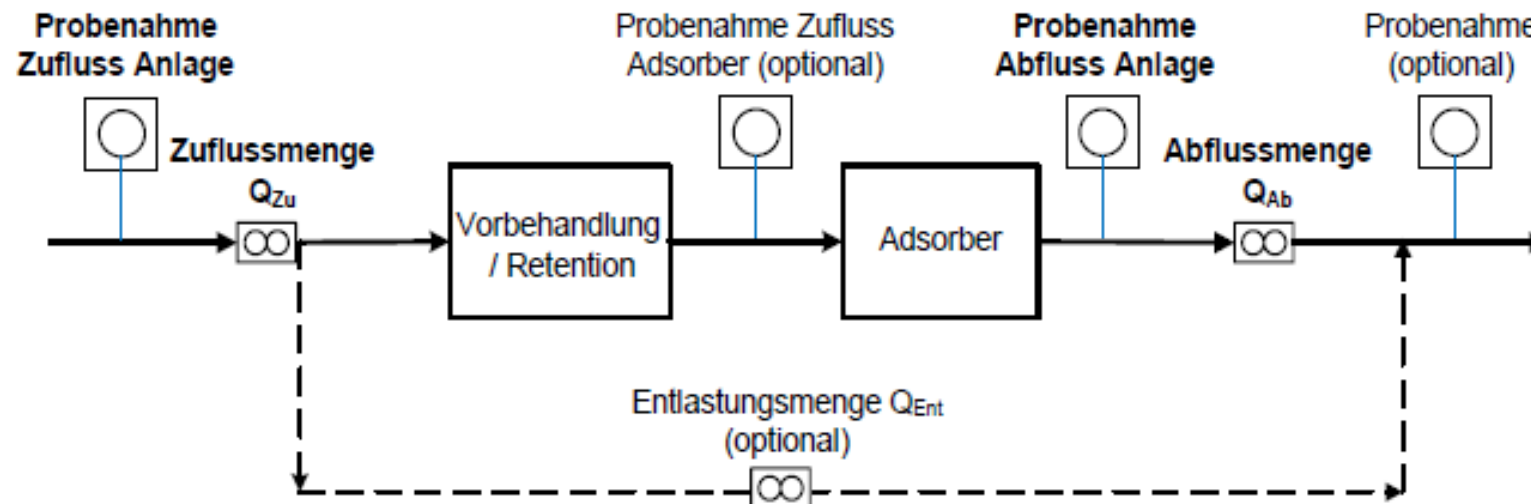


Resultate aus Tests mit Adsorbermaterialien

■ Je geringer die Geschwindigkeit, desto besser der Rückhalt



- An zwei Standorten (DACH-Länder) wird jeweils Gesamtreinigungsleistung durch hydraulischen Wirkungsgrad (η_{hyd}) und stoffspezifischen Wirkungsgrad (η_{Stoff}) bestimmt
 - Stoffrückhalt für Kupfer, Zink, Diuron, Mecoprop (oder abzustimmende Alternativen)
 - Feldtest über mindestens 1 Jahr und bevorzugt im Frühling beginnen
 - Durchflussmessung in der Regel im Zufluss vor der Retention und im Abfluss nach dem Adsorber
 - Über Testdauer sind 12 - 24 Mischproben zu analysieren, die >40 % der Jahresabflussmenge abdecken.



VSA-Test: Anwendung der Testresultate

- VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (in Vernehmlassung)
 - Abschätzung Belastung und Planungsempfehlung bei Regenwasserbehandlung

Versickerung							
Gewässerschutz- bereich <small>A_U, S1-S3, S_h, S_m, üB gemäss Gewässerschutzkarte</small>	Boden- passage <small>(Aufbau gemäss Modul DA Kap. 2.3)</small>	Art der zu entwässernden Fläche					
		Dach- und Fassadenflächen			Platz- und Verkehrsflächen		
		Belastungsklasse des Niederschlagswassers gemäss Tabelle 1			gemäss Tabellen 2+3		
		gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch
übrige Bereiche üB	mit	+	+	+	+	+	+
	ohne	+	+	B _{erhöht}	B _{standard} ²	B _{standard}	B _{erhöht}
Bereich A _U	mit	+	+	+	+	+	+
	ohne	+	B _{standard} ¹	B _{erhöht}	B _{standard} ²	B _{standard}	B _{erhöht}
S3, S _h , S _m	mit	+	-	-	+	-	-
	ohne	-	-	-	-	-	-
Schutzareal/S2/S1	nicht relevant	-	-	-	-	-	-

Legende:

+	Versickerung zulässig
B _{standard}	Versickerung zul. mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe "standard" oder "erhöht"
B _{erhöht}	Versickerung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe "erhöht"
-	Versickerung nicht zulässig

- Belastungen im Niederschlagswasser
- Beispiel einer nachgeschalteten Maßnahme
- Zukünftiges Vorgehen
- **Zusammenfassung und Ausblick**

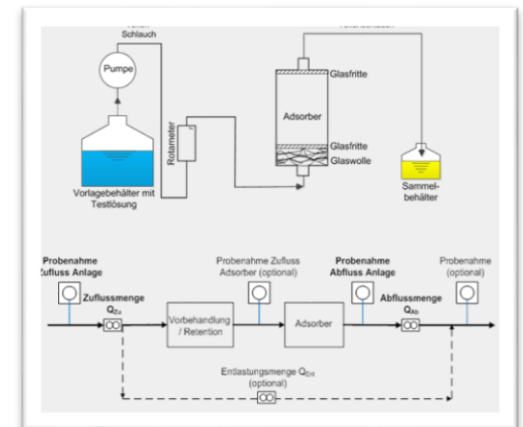
Zusammenfassung und Ausblick

- Diffuse Einträge von organischen Spurenstoffen mit Regewasser sind keine neue Herausforderung, sondern eher unbekannt oder ignoriert
 - Fokus auf AFS ist limitiert bei Erreichung von Zielen der WRRL
 - Grosse Stoffvielfalt mit hoher zeitlicher und räumlicher Variabilität
- Generell Massnahmen an der Quelle einsetzen, an Belastungsschwerpunkten auch technische Regenwasserbehandlungsanlagen
 - Technische Adsorbermaterialien sind Alternativen zu Boden(filtern)



Ausblick

- VSA-Leistungsprüfung für technische Adsorberanlagen soll Qualitätsstandard definieren (2-stufiges Verfahren)
- Erfolgskontrolle / Service unter Betriebsbedingungen sind sicherstellen („intelligente Messverfahren“)



A scenic landscape photograph of a Swiss lake, likely Lake Lucerne. In the foreground, there are some dry, brown reeds. The middle ground shows a town with several prominent churches and buildings along the shoreline. The background features large, rugged mountains with significant snow cover under a clear blue sky. The water is calm, reflecting the town and the mountains.

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

michael.burkhardt@hsr.ch