

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



Laborverfahren zur Ermittlung von Standzeiten dezentraler Anlagen zur Verkehrsflächenabflussbehandlung

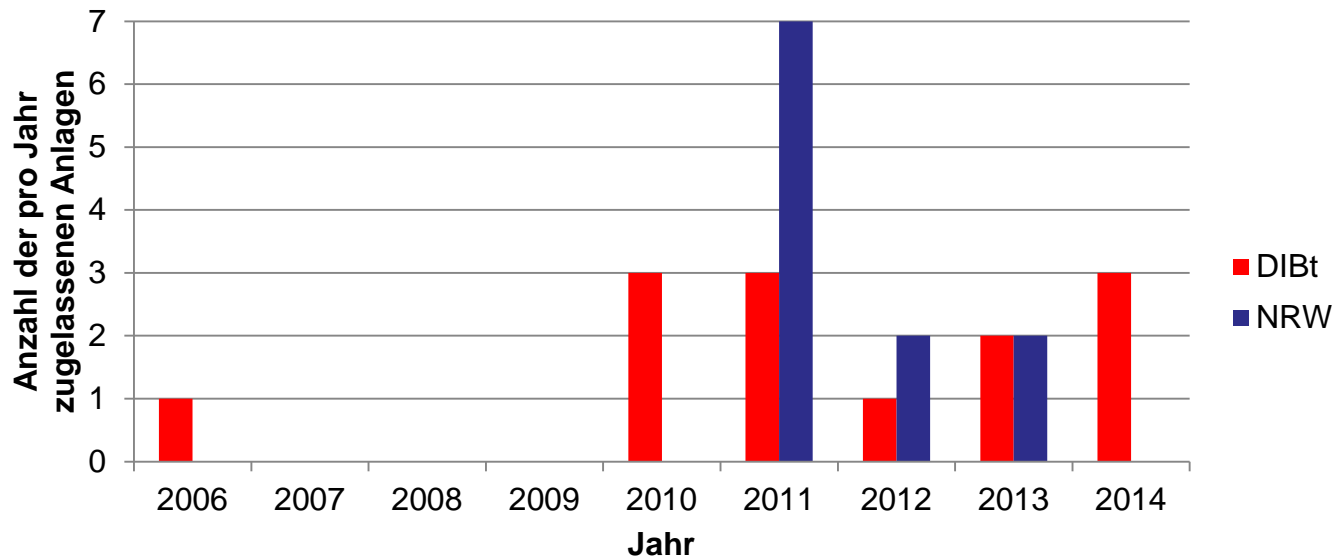
Maximilian Huber (TU München)

Gliederung

- Einleitung
- Bisherige Laboruntersuchungen
- Neues Laborverfahren
 - Ziel
 - Randbedingungen
 - Aufbau
 - Durchführung
- Ergebnisse mit Validierung
- Ausblick
- Zusammenfassung

Einleitung

Dezentrale Anlagen zur Verkehrsflächenabflussbehandlung sind seit wenigen Jahren verstärkt auf dem deutschen Markt:



=> Fundierte und flächendeckende Betriebserfahrungen zur Abschätzung der Standzeit fehlen

Einleitung

Rinnenelemente:

- Bsp. Fa. Funke und Hauraton
- Standzeit nach DIBt: 10 Jahre
- Anschlussfläche A_u : 12 m²/lfm

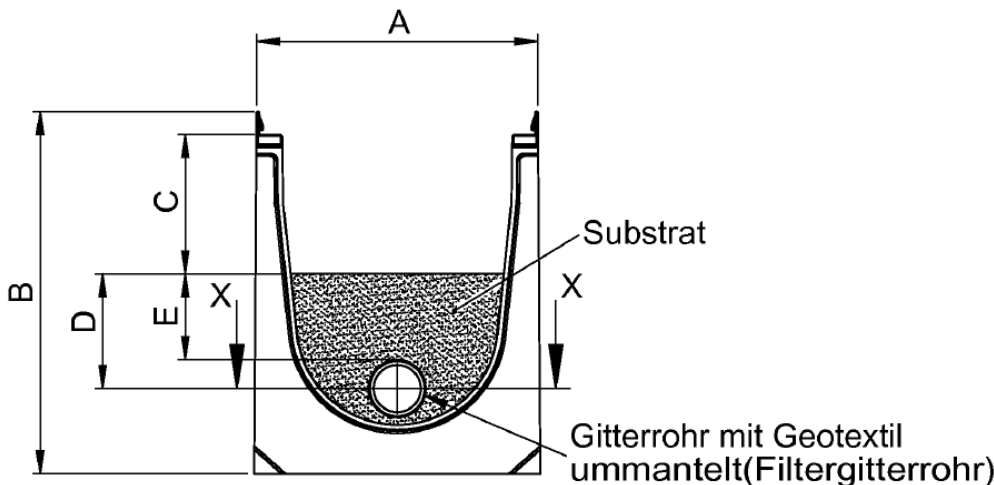
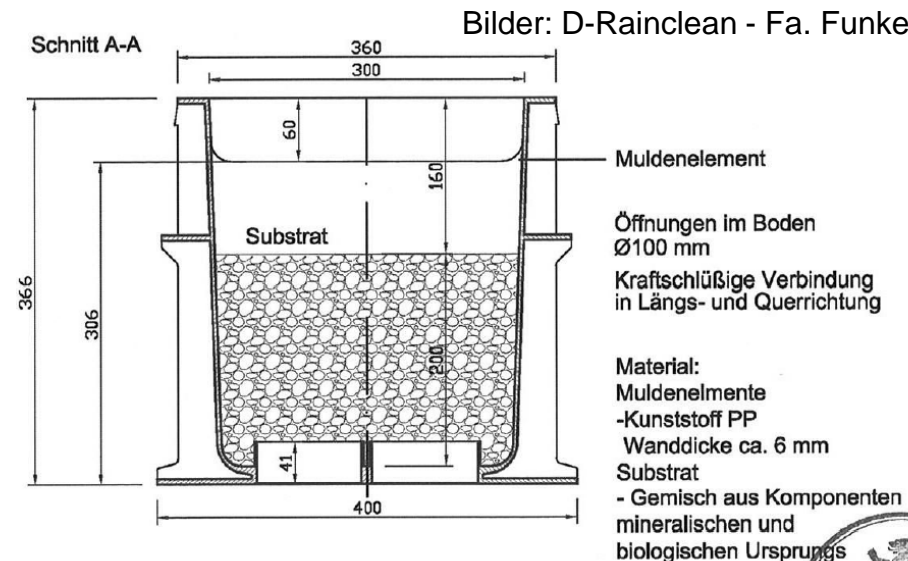


Bild: DRAINFIX CLEAN 300 - Fa. Hauraton



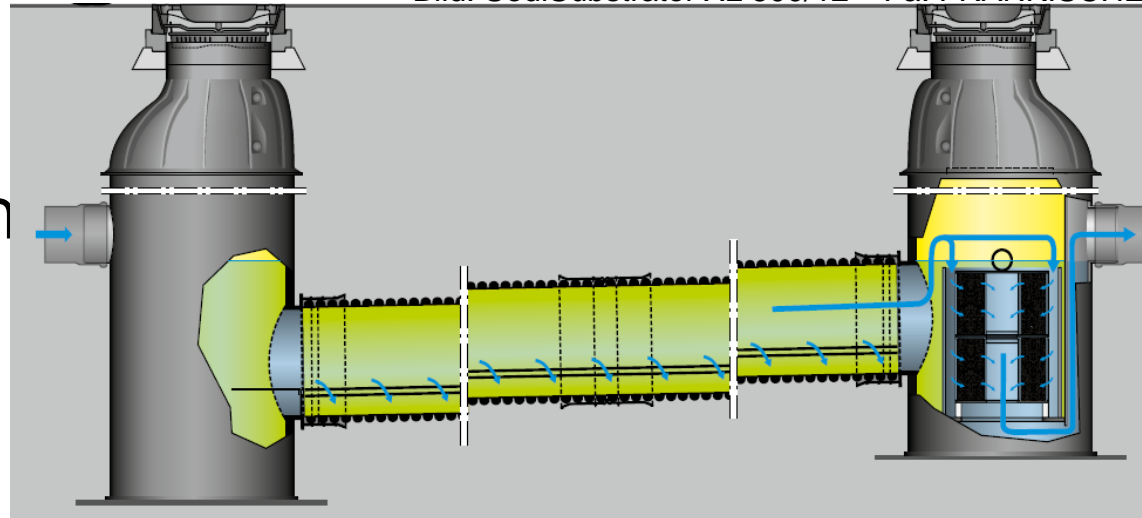
Einleitung

Schachtsystem:

- Bsp. Fa. FRÄNKISCHE
- Standzeit nach DIBt: (3 bis) 4 Jahre
- Anschlussfläche A_u : 1.500 (bis 3.000) m²

=> Aussagen zur
Standzeit müssen
trotz unterschied-
licher Bauweisen
getroffen werden

Bild: SediSubstrator XL 600/12 – Fa. FRÄNKISCHE



Einleitung

Standzeit: zwei limitierende Faktoren:

- Kolmation: hydraulisches Betriebsversagen
 - Erhöhte Feststoffbelastung
 - Kolmationsfördernde Randbedingungen der Örtlichkeit
- Reduktion der stofflichen Rückhalteleistung: stoffliches Betriebsversagen
 - Rückhaltekapazität des Filtersubstrats meist hinsichtlich der Schwermetalle erreicht

Bisherige Laboruntersuchungen

- Keine detaillierte Methodik zur Ermittlung einer realistischen Standzeit der Anlagen vorhanden
- Hersteller ermitteln die Standzeiten mittels unterschiedlicher Verfahren, z. B.:
 - Bestimmung der Kationenaustauschkapazität
 - Bestimmung der Adsorptionskapazität
 - Säulenversuche
- Im DIBt-Zulassungsverfahren: vom Hersteller vorgeschlagene Standzeiten der Substrate vom DIBt, ggf. nach einer Korrektur, übernommen

Neues Laborverfahren – Ziel

- Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des stofflichen Betriebsversagens unter reproduzierbaren Bedingungen im Labor sowie gleichen Versuchsrandbedingungen für alle Anlagen
- Grundlage: Literaturstudie

	Einheit	Schwerpunkt wert	Werte- bereich
Pb	µg/L	160	10-300
Cd	µg/L	3,0	0,2-6
Cr	µg/L	10	1-25
Cu	µg/L	85	30-280
Ni	µg/L	20	2-60
Zn	µg/L	450	200-620
Cl	mg/L	7.500*	

Quellen (Auswahl):
eawag, 2006;
Helmreich, 2010;
Kayhanian et al.,
2012; Welker,
2005/2013

*Spitzenwert

Laborverfahren – Zulaufwasser

Standzeit-Versuche:

- Deionisiertes Wasser mit Zink und Kupfer als Nitratverbindungen in Kombination
- pH-Wert 4,8 bis 5,1 (Zugabe von Salpetersäure 65 %, gelöste Schwermetalle)
- Leitfähigkeit < 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Auftausalz-Versuche:

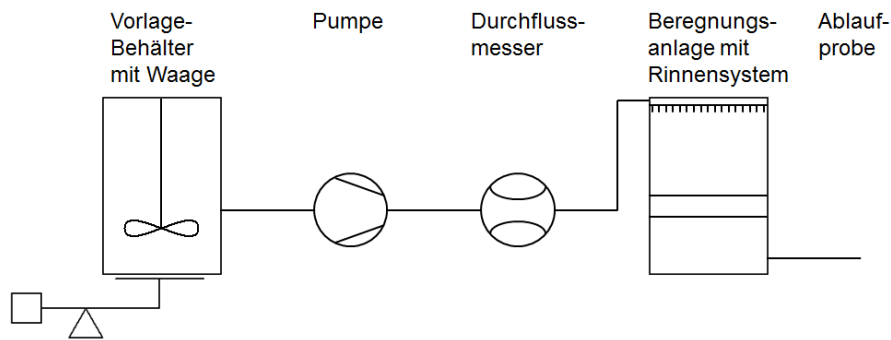
- Natrium- und Calciumchlorid unter Verwendung von Trinkwasser

Laborverfahren – Annahmen

- Jahresfrachten auf A_u bezogen:
135 mg Zn/m² und 15,5 mg Cu/m²
- Tausalzversuche: 10 g NaCl/L und 2,5 g CaCl₂/L
- Unterscheidung der Durchströmungsrichtung und Art der Behandlungsanlage
- Berücksichtigung der Anschlussfläche, des Modellmaßstabs und der Standzeit nach Herstellerangabe

=> Differenzierte Anlagenmodelle notwendig

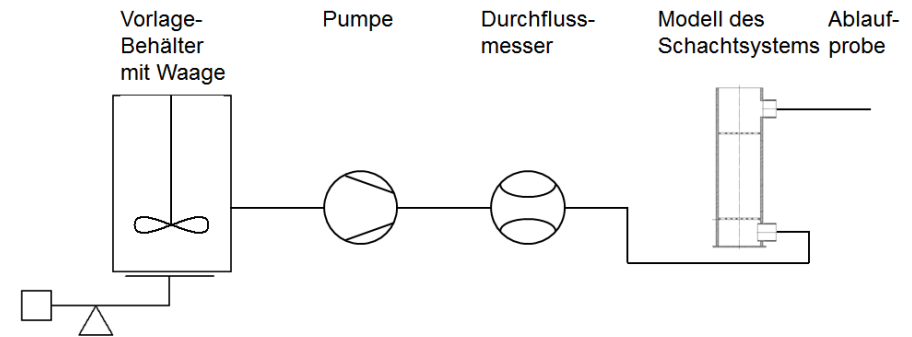
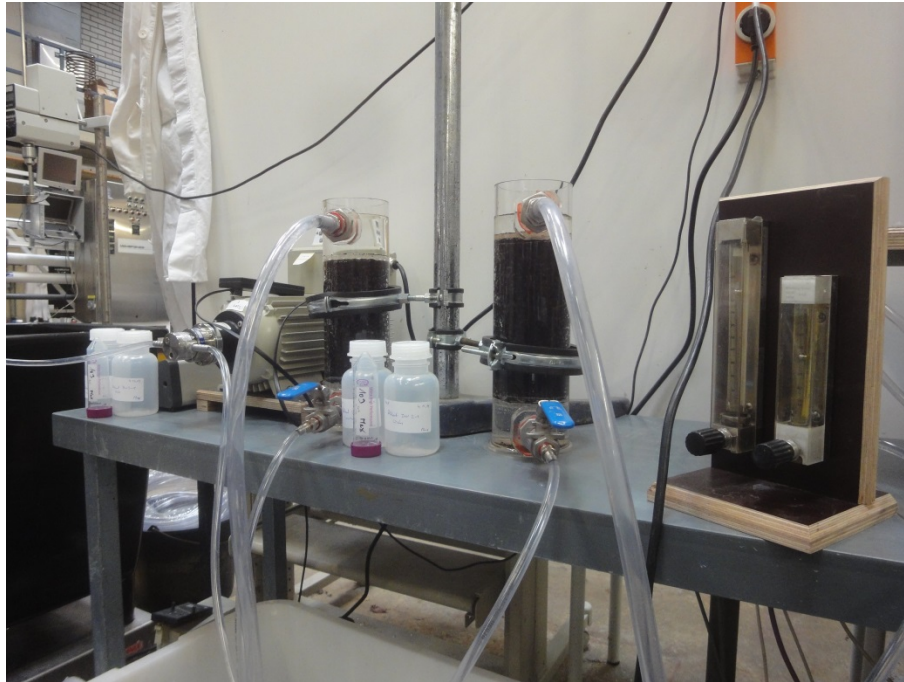
Laborverfahren – Aufbau Rinnen



Quelle: Huber et al., 2014

- Links: Fließbild
- Rechts: Zwei Rinnensysteme mit Beregnungs-anlage und seitlichen Edelstahlblechen

Laborverfahren – Aufbau Schächte



- Links: Zwei Modelle eines Schachtsystems
- Rechts: Fließbild

Laborverfahren – Durchführung

	Bezeichnung	Stoffbelastungen	Versuchsbedingungen	Kriterien für Zielgrößen
Standzeit -Versuch (Rückhalt Cu, Zn)	Teil 1 Vorbelastung mit n-1 Betriebsjahren *	Aufbringung Stofffracht (Cu, Zn) n-1 Jahre *	Kreislaufführung mit 10 L/(s·ha) Analytik: photometrischer Schnelltest und AAS	Rückhalt Cu und Zn je mindestens 90 %
	Teil 2 DIBt Prüfung eines Betriebsjahres	Aufbringung Stofffracht (Cu, Zn) 1 Jahr	2,5 L/(s·ha) (480 min) 6,0 L/(s·ha) (200 min) 25 L/(s·ha) (48 min) Analytik: AAS	Rückhalt Cu: 80 % Rückhalt Zn: 70 % (DIBt-Vorgabe)
Auftausalz - Versuch (Remobilisie- rung)	Teil 3 Auftausalzprüfung mit Na und Ca	Aufbringung NaCl (10 g/L) CaCl ₂ (2,5 g/L)	Zwischenspülung Beginn nach 16 h 6,0 L/(s·ha) (200 min) Analytik: AAS	Cu und Zn in Ablauf: Prüfwerte der BBodschV und Belastung der Auftausalzlösung

* n = Standzeit nach Herstellerangabe

Quelle: Huber et al., 2014

Ergebnisse – Vorbelastungs-Versuch

Hersteller (Standzeit)	Funke (10 Jahre)		Hauraton (10 Jahre)		Fränkische (4 Jahre)		Oberboden (20 Jahre)	
Substanz	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu
Einheit	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Teil 1 – Vorbelastung	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90

- Rückschluss auf die Schadstoffrückhaltekapazität
- Vorbelastungen konnten immer problemlos aufgebracht werden
- Aufnahmekapazität bis ins letzte Betriebsjahr gegeben

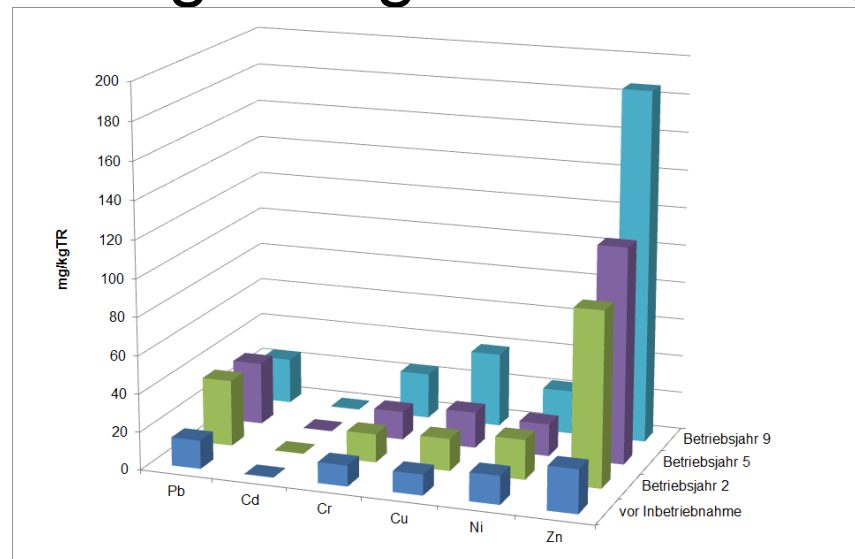
Ergebnisse – Standzeit-Versuche

Hersteller (Standzeit)	Funke (10 Jahre)		Hauraton (10 Jahre)		Fränkische (4 Jahre)		Oberboden (20 Jahre)	
Substanz	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu
Einheit	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Teil 1 – Vorbelastung	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90
Anforderungen erfüllt	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Teil 2 – 2,5 L/(s·ha)	99,4	99,2	98,5	99,3	99,7	99,3	76,9	88,0
Teil 2 – 6,0 L/(s·ha)	99,5	99,2	99,5	99,3	98,2	99,1	88,6	86,6
Teil 2 – 25 L/(s·ha)	99,4	99,2	99,7	99,3	70,4	85,3	95,9	91,4
Anforderungen erfüllt	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

- Simulation des zeitlichen Verhaltens der Anlagensubstrate
- Unterschiedliches Verhalten während der Regenspenden
- Ausreichender Rückhalt auch im letzten Jahr

Validierung – Beispiel Fa. Funke

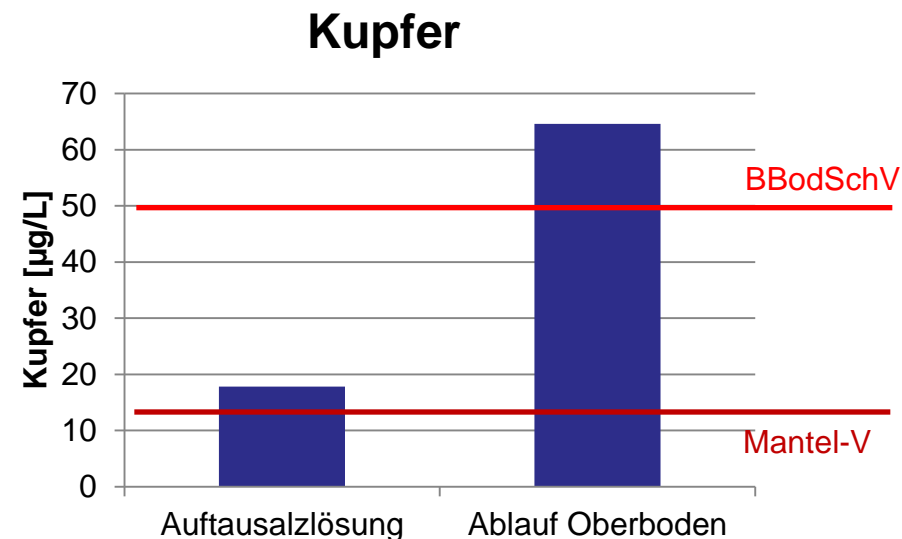
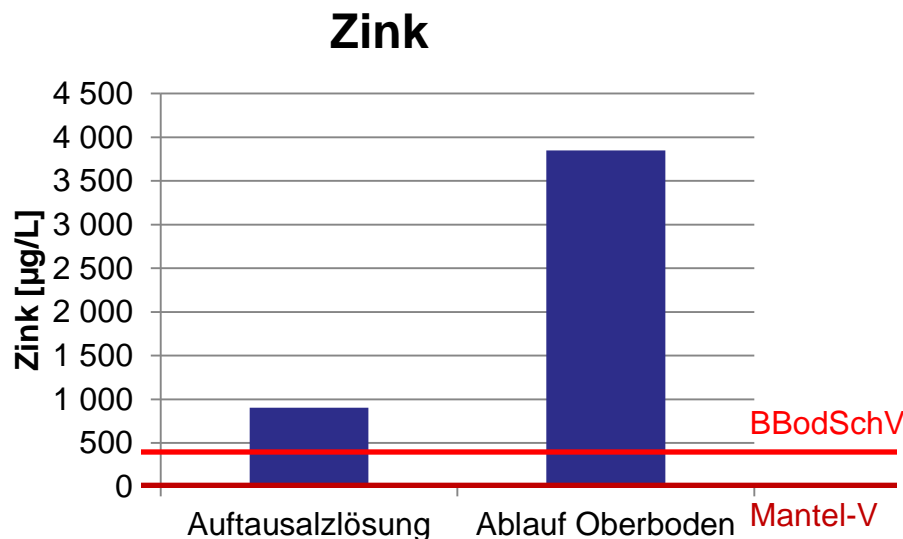
- Rinne auf Recyclinghof in Berlin eingebaut
- Schwermetallanreicherungen aus neun Jahren in situ: 186 mg Zn/kgTR und 39 mg Cu/kgTR



- Gehalte im Labor nach zehn simulierten Jahren: 468 mg Zn/kgTR und 70 mg Cu/kgTR

Ergebnisse – Auftausalz-Versuche

Rückhalt der Schwermetalle unter Salzeinfluss:
Remobilisierung beim Oberboden im Labor
ermittelt:



Ausblick: Auftausalze

- Einige dezentrale Anlagen ohne Remobilisierung bei $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ mit Trinkwasser im Laborversuch
- Teilweise Beobachtung einer Remobilisierung von Schwermetallen bei dezentralen Anlagen:
 - Beide Schwermetalle / nur Zink
 - NaCl und CaCl_2 bzw. nur CaCl_2 verantwortlich
 - Teils durch Trinkwasser verstärkt
 - Unterschiedlich starke Remobilisierung
- Klärung der Vorgänge, auch bei MgCl_2 -Einsatz, durch weitere Untersuchungen notwendig

Zusammenfassung

- Ziel: Ermittlung des Standzeitverhaltens der Substrate dezentraler Behandlungsanlagen
- Beschickungswasser mit Kupfer und Zink
- Unterschiedlicher Versuchsaufbau für Rinnen- und Schachtsysteme
- Versuchsdurchführung:
 - Vorbelastung mit n-1 Jahren
 - Letztes Jahr in drei Regenspenden
 - Rückhalt unter Salzeinfluss
- Evaluierung und Validierung des Verfahrens

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Maximilian Huber¹⁾, Antje Welker²⁾, Martina Dierschke²⁾ und Brigitte Helmreich¹⁾

1) Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft, Am Coulombwall 8, D-85748 Garching, b.helmreich@tum.de

2) Frankfurt University of Applied Science, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Hydromechanik, Nibelungenplatz 1, D-60318 Frankfurt am Main, antje.welker@fb1.fh-frankfurt.de