

# Einfluss von Taumitteln auf den Schwermetallrückhalt und das hydraulische Verhalten von Substraten in Versickerungssystemen



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz

Magdalena Lukavsky<sup>a</sup>, Bernhard Pucher<sup>a</sup>, Tadele Measho Haile<sup>a</sup>, Thomas Ertl<sup>a</sup>, Roza Allabashi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Muthgasse 18, 1190 Wien

\*Korrespondierende Autorin Roza Allabashi: roza.allabashi@boku.ac.at

## 1. Einleitung

Zunehmende Urbanisierung und damit einhergehende steigende Flächenversiegelung sowie häufiger auftretende Starkregenereignisse führen zu erhöhten Abflussspitzen und zu einer Kapazitätsübersteigerung des Wiener Kanalnetzes (Lehmann, 2017). Versickerungssysteme als dezentrale Maßnahme stellen eine Chance dar Abflussspitzen abzufangen. Um trotzdem den Schadstoffrückhalt aus Regenwasserabfluss zu gewährleisten, sind die Versickerungssysteme mit einem Filtersubstrat ausgestattet.

Wie wirken sich **Natriumchlorid (NaCl)**, **Calcium-Magnesium-Acetat (CMA)** und **Kaliumformiat (KF)** auf den Schwermetallrückhalt und die hydraulische Leistung eines vorab definierten **Filtersubstrats** zur Behandlung von urbanen Oberflächenabfluss aus?

## 2. Material und Methoden

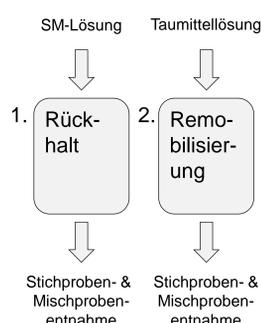
Die Versuche wurden sowohl laborbasiert in **Säulen** als auch in einer **Pilotanlage** (Abb.1) von März 2017 bis Juli 2017 durchgeführt.



Abb.1: Aufbau der Säulenversuche (links) und der Pilotversuche (rechts).

Die Säulen wurden nacheinander mit einer Schwermetall- und einer Taumittellösung beschickt (Abb.2 links). Zu- und Ablaufkonzentrationen wurden gemessen, um Remobilisierungseffekte zu quantifizieren. Die Pilotanlage wurde gleichzeitig mit Schwermetallen und Taumitteln beschickt (Abb.2 rechts). Die gemessenen Zu- und Ablaufkonzentrationen erlauben Rückschlüsse auf den Schwermetallrückhalt unter Einfluss der Taumittel.

### Säulenversuche



### Versuche in der Pilotanlage

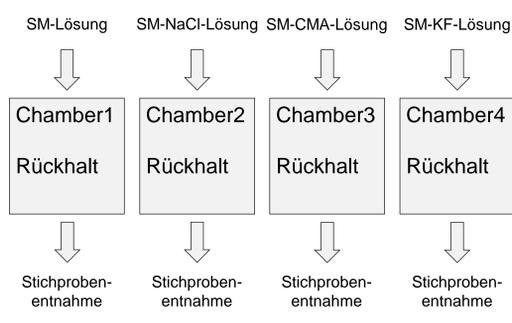


Abb.2: Versuchsablauf in der Säule (links) und der Pilotanlage (rechts); Schwermetalllösung (SM-Lösung) enthält Cr, Cu, Ni, Pb, Zn mit einer 4-Jahresfracht in den Säulenversuchen und einer 2-Jahresfracht in der Pilotanlage mit Konzentrationen laut ÖNORM B2506-3 (2016); Misch- und Stichproben wurden auf Schwermetallkonzentrationen, Nährstoffe, DOC und Taumittelbestandteile analysiert.

Zusätzlich zu der stofflichen Bilanz wurde das hydraulische Verhalten des Substrats aufgrund von Partikel-, Schwermetall- und Taumittelzugabe beurteilt. Die Partikelkonzentration wurde aufgrund der ÖNORM B2506-3 (2016) festgelegt. In den Säulenversuchen wurde die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit anhand der Constant-Head-Methode gemessen. Da diese Methode in der Pilotanlage nicht praktikabel ist, wurde hier das hydraulische Verhalten anhand von Abflusskurven beobachtet.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Schwermetallrückhalt

Abb.3 zeigt die Rückhaltwerte unter Einfluss der verschiedenen Taumittel. Der Schwermetallrückhalt unter Einfluss von NaCl liegt bei allen fünf Metallen über 90 %. Der Rückhalt unter Einfluss von CMA bei Pb, Cr und Cu über 90 % und bei Ni und Zn bei über 80 %. Unter Einfluss von KF liegen die Werte für Pb, Cu und Zn über 90 % und für Cr und Ni über 80 %. Der Referenzdurchlauf weist für alle Schwermetalle einen Rückhalt über 90 % auf.

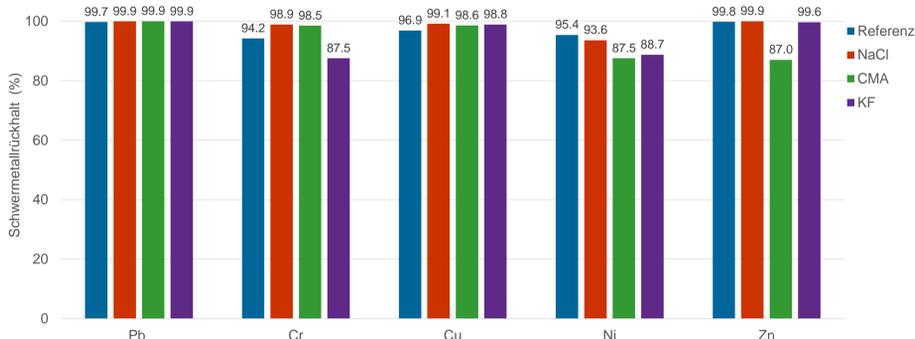


Abb.3: Schwermetallrückhalt unter Einfluss der getesteten Taumittel.

Insgesamt zeigt das Substrat eine hohe Rückhaltrate auch unter Einfluss von Taumitteln. Die Taumittel zeigen eine Verringerung des Rückhalts bei Ni > Zn > Cr. Auf den Rückhalt von Pb und Cu können keine Auswirkungen von Taumitteln beobachtet werden. Vergleichbare Ergebnisse wurden bei den Säulenversuchen zur Remobilisierung von Schwermetallen erzielt.

### 3.2 Hydraulische Entwicklung

Die Messungen der Abflusskurven unterliegen der Annahme, dass höhere Abflussraten auf eine höhere hydraulische Leitfähigkeit rückschließen lassen. Abb.4 zeigt, dass demnach die Partikelzugabe wenig Einfluss auf die Hydraulik nimmt und die Taumittelschwermetalllösung eine signifikante Änderung des hydraulischen Verhaltens verursacht. Durch NaCl und CMA scheint die Durchlässigkeit sich zu verringern, durch KF und durch die reine Schwermetalllösung zu erhöhen. Die Fehlerbalken in Abb.4 stellen die Standardabweichungen der letzten zwei gemessenen Abflusskurven bei vorhandener Datenlage dar.

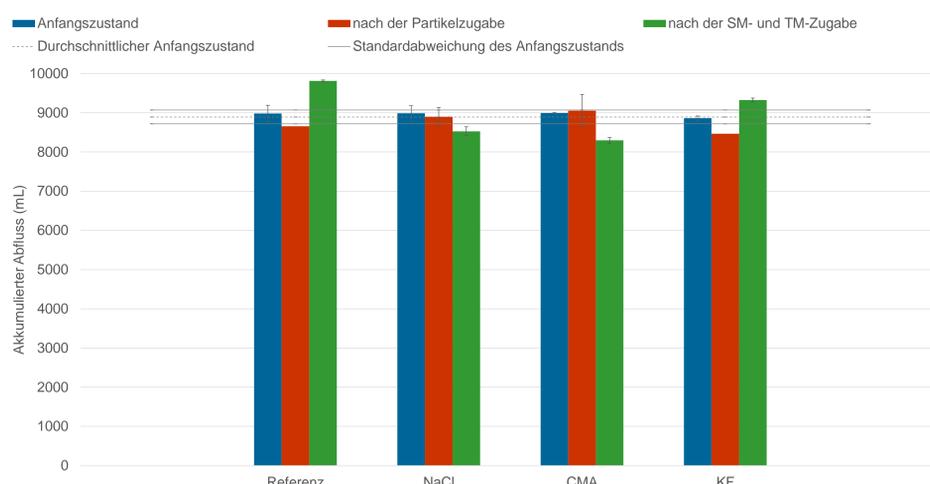


Abb.4: Akkumulierter Abfluss nach 30 min mit vorangegangener Beschickung von 15 L Wasser (SM=Schwermetall, TM=Taumittel).

Die Ergebnisse der Constant-Head-Methode in der Säule zeigen eine deutliche Verringerung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit nach der Partikelzugabe und eine Steigerung nach Zugabe aller drei Taumittel. Die Rückschlüsse aus den Abflusskurven sind daher nicht vergleichbar mit der Messung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit. Die geringe Standardabweichung des Anfangszustands (Abb.4) deutet die Reproduzierbarkeit der Methode an. Die Interpretation der Daten in Hinsicht auf hydraulische Prozesse ist jedoch mit Unsicherheit behaftet.

## 4. Schlussfolgerungen

Tab.1 fasst die Bewertung des Schwermetallrückhalts aufgrund der Pilotanlagenversuche zusammen.

Tab.1: Bewertung des Schwermetallrückhalts unter Einfluss der getesteten Taumittel (+: 95 - 100 %, +/-: 90 - 95 %, -: 85 - 90 %).

	Referenz	Natriumchlorid (NaCl)	Calcium-Magnesium-Acetat (CMA)	Kaliumformiat (KF)
Pb	+	+	+	+
Cr	~/+	+	+	~
Cu	+	+	+	+
Ni	+	~/+	~*	~*
Zn	+	+	~	+

\*Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes laut Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – BGBl. II 98/2010

### Die Untersuchungen führen zu folgenden Schlüssen:

- Der Schwermetallrückhalt (Pb ~ Zn > Cu > Ni > Cr) ist bei den Versuchen in der Säule und in der Pilotanlage ähnlich und bestätigt somit die Vergleichbarkeit zwischen den beiden Versuchen.
- Unter Einfluss der Taumittel übersteigen nur die Ni-Abflusswerte ihren Grenzwert laut Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – BGBl. II Nr. 98/2010.
- In der Pilotanlage führt CMA zu erhöhter Ni- und Zn-Mobilität und KF zu erhöhten Ni-Abflusswerten.
- Trotz mäßigen Entfernungsraten von Cr treten keine Überschreitungen von Grenzwerten laut Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – BGBl. II Nr. 98/2010 auf.
- Bezüglich Schwermetallretention und -remobilisierung unter Einfluss der Taumittel sind negative Effekte in der Reihung CMA > KF > NaCl zu verzeichnen.
- Taumittel können sich auf die hydraulische Entwicklung und somit die Langlebigkeit der Filtersysteme auswirken.
- Sind Abflusskurven geeignet als Methode zur Beurteilung der hydraulischen Leistung? Zur Beseitigung von Unsicherheiten der Methode werden weitere Versuche benötigt.

### Referenzen

Austrian Standards International. (2016). ÖNORM B 2506-3 Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen - Teil 3: Filtermaterialien - Anforderungen und Prüfmethode.  
Bundeskanzleramt. Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser, Pub. L. No. BGBl. II Nr. 98/2010, § Anlage 1 (2010).  
Lehmann, T. (2017). Überflutungsschutz für Wien - zentrale und dezentrale Maßnahmen zum Umgang mit Regenwasser. In *Urbanes Niederschlagsmanagement im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen* (Vol. 75, pp. J1-J6). Graz: Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, Technische Universität Graz.