

Neue Konzepte zur dezentralen Behandlung von Regenwasserabflüssen

Stella Schmidt¹⁾, Michael Burkhardt¹⁾, Matthias Gohl¹⁾, Markus Boller²⁾

¹⁾HSR Hochschule für Technik, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC),
Rapperswil, Schweiz

²⁾aQa.engineering, Wallisellen, Schweiz

Kurzfassung

Das Vorkommen von verschiedenen Problemstoffen im abfliessenden Niederschlagswasser und die damit verbundene diffuse Verunreinigung von Gewässern veranlassen Vollzugsbehörden Massnahmen zu ergreifen. Der Einsatz von Regenwasserbehandlungsanlagen steht deshalb im Fokus von End-of-Pipe Massnahmen. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Adsorbermaterialien für Regenwasserbehandlungsanlagen in Laborversuchen und in einer realen Anlage getestet und verglichen. In der Schweiz wird ausserdem eine Testmethode für Adsorbermaterialien und Regenwasserbehandlungsanlagen entwickelt, um vergleichbare Leistungsanforderungen festzulegen.

1 Regenwasserbehandlung

In den letzten Jahren haben sich Forschung und Behörden intensiv mit dem Vorkommen von organischen Mikroverunreinigungen in Gewässern und möglichen technischen Verfahren zur Elimination aus Abwässern beschäftigt. In der breiten Öffentlichkeit ist das Vorkommen von Mikroverunreinigungen in Gewässern soweit angekommen, dass in der Schweiz beispielsweise der Ausbau von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe breit unterstützt wird. Forschungsergebnisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass auch Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten häufig mit Mikroverunreinigungen belastet ist. Dazu zählen nicht nur Schwermetalle, sondern Biozide, Pflanzenschutzmittel sowie Industriechemikalien wie UV Filter, Korrosions- und Flammenschutzmittel (Burkhardt et al. 2011). Diese Stoffvielfalt ist bisher in Überwachungsprogrammen und der Vollzugspraxis eher selten beachtet worden, obwohl die Resultate seit Jahren eindeutig sind und aktuelle Studien

eindrücklich darauf hinweisen, dass eine Vielzahl von Pestiziden, Arzneimittelstoffen, Industriechemikalien und Schwermetalle in Gewässer und Niederschlagsabflüssen nachweisbar sind (Clara et al. 2014, Matzinger et al. 2015, Wittmer et al. 2014). Die Stoffe stammen aus Baumaterialien, von Anwendungen in Gärten und Wegen, und gelangen mit dem abfließenden Regenwasser diffus in Boden und Gewässer. Vor diesem Hintergrund hat zur Sicherstellung eines nachhaltigen Gewässerschutzes die dezentrale Behandlung von Regenwasserabflüssen mit technischen Adsorbern weiter an Bedeutung gewonnen. Behandlungsanlagen mit künstlichen Adsorbermaterialien zeichnen sich durch ein definiertes Leistungsprofil, durch überschaubare Kosten und dank hoher hydraulischer Leitfähigkeit durch geringe Platzansprüche aus. Außerdem können, im Vergleich zu Böden, gezielt spezifische Leistungsfähigkeiten für bestimmte Quellen und Stoffe ausgewählt werden. Es kann, zum Beispiel zur Behandlung von Niederschlagswasser eines Metalldachs, als künstlicher Adsorber Eisenhydroxid eingesetzt werden um Kupfer und Zink zu entfernen.

In der Schweiz fehlen jedoch vergleichende Untersuchungen und Leistungskenngrößen, weil bisher keine Testmethodik definiert wurde. Das Fehlen von Vorgaben führt einerseits bei Anlagebauern dazu, dass die Entwicklung von Behandlungssystemen gebremst wird, da eine Verunsicherung bezüglich den Anforderungen besteht. Andererseits werden Anlagen in der Praxis realisiert, die die Erwartungen an Ablaufwasserqualität, Betriebsunterhalt oder Standzeit nicht erfüllen. Einfache, praxisnahe und objektive Kriterien sind daher gefordert, die die DIBt-Methodik komplettieren.

1.1 Labortests

In einer Materialevaluation wurden verbreitete Pestizide sowie Kupfer und Zink in Stoffgemischen getestet. Zunächst wurde die Elimination der Einzelstoffe an mehr als 30 verschiedenen Adsorber-Materialien mithilfe von Batchtests und anschliessend die vielversprechendsten Materialien in Kolonnenversuchen geprüft (Abbildung 1). Gesucht wurde eine Materialkombination mit hoher Eliminationsleistung unter hoher hydraulischer und stofflicher Belastung, wie sie bei der Regenwasserversickerung am Ort der Quelle zu erwarten ist. Insgesamt wurden fünf Kolonnenversuche durchgeführt: 1. Mischadsorber, 2. Aktivkohle und

Eisenhydroxid, 3. Ionenaustauscher und Eisenhydroxid, 4. Ionenaustauscher, 5. Aktivkohle und Eisenhydroxid.

Zu den ausgewählten Substanzen zählen zwölf Pestizide, u.a. Mecoprop, Diuron, Terbutryn und Bromacil. Die Pestizide decken ein Spektrum des Wasser/Octanol-Verteilungskoeffizienten K_{ow} zwischen 0.8 und 4.0 und Wasserlöslichkeiten zwischen 7 und 7000 mg/l ab. Die Auswahl basiert auf Stoffen mit relevanten Verbrauchsmengen im urbanen Raum, die in Baumaterialien oder als Pestizide eingesetzt werden oder in Gewässern nachgewiesen wurden (Clara et al. 2014, Wittmer et al. 2014).



Abb. 1: Einzelne Adsorbermaterialien sowie Materialkombinationen im Laborversuch (Sorptionsversuch in Kolonnen).

1.2 Feldversuch

Für die laufende Untersuchung im Feld wurde eine Pilotanlage (Kanton Bern, Schweiz) mit einem Einzugsgebiet von 8.5 ha abflusswirksame Fläche ausgewählt. Zur unterirdischen Anlage gehören ein Sandfang (20 m³), ein unterirdischer Retentionsspeicher mit Abflusssdrosselung (700 m³), eine Filterstrecke mit einer Adsorbermischung von 18 m Länge und 1 m Breite (Abbildung 2) und zwei separate Testflächen von je 1 m² Fläche. In der einen Testfläche ist eine praxiserprobte Adsorbermischung, in der anderen ein vollsynthetischer Adsorber (vergleichbar mit Aktivkohle) eingebaut. Nach der Versickerung in der Filterschicht gelangt das Wasser direkt ins Grundwasser (Abbildung 2). Auf der Filterfläche wird das Wasser über eine Ringleitung und Zulaufstutzen verteilt. Im Falle eines Abflussereignisses werden im Zulauf und Ablauf der Filterflächen die Proben automatisch entnommen. Mit Hilfe der Abflussmessung und abflussproportionalen Probenahme, angehängt an eine SPS, wird die Anlagenleistung abgeschätzt und Stoffbilanzen ermittelt. Im

Feldversuch werden ausgewählte Zielsubstanzen erfasst, z.B. Mecoprop, Terbutryn und DEET.

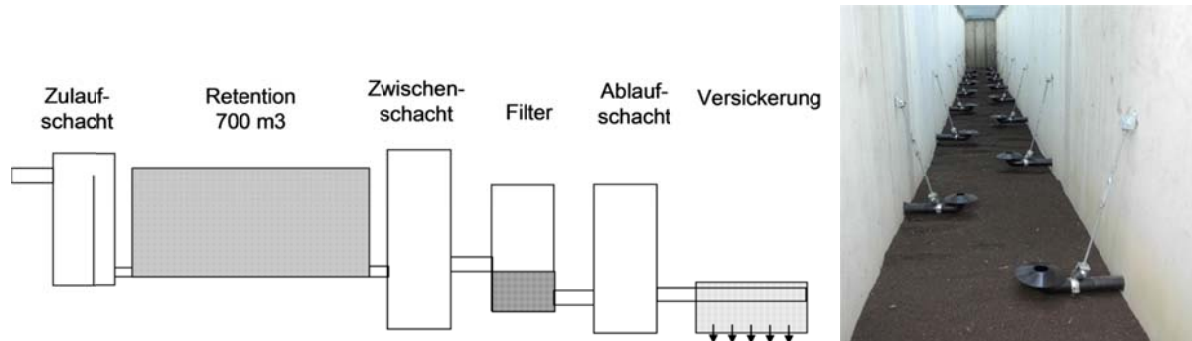


Abb. 2: Links: Schema zur Regenwasserbehandlung im Kanton Bern (Schweiz); rechts: 18 m Filterstrecke mit Verteilstutzen.

2 Ergebnisse

2.1 Labor

Die Ergebnisse zeigen, dass die Materialkombination aus Eisenhydroxid und dem aktivkohleähnlichen Material oder Aktivkohle oder einem speziellen Ionenaustauscher sehr vielversprechende Eliminationen bereits bei je 4 cm oder 8 cm Schichtdicke (MA2, IO6) liefern (Abbildung 3). Eisenhydroxid, welches die gelösten Formen von Kupfer und Zink entfernt, und Ionenaustauscher oder Aktivkohlen, welche die Pestizide eliminieren, bieten in Kombination die höchste Beladungskapazität (bzgl. Bettvolumen) und Eliminationsleistung. Zu berücksichtigen ist aber, dass der Ionenaustauscher IO6 zwar die höchste Eliminationsleistung für Pestizide aufweist, diese aber auf einer gegenüber IO1 doppelt so hohen sorptionsaktiven Schicht (8 cm vs. 4 cm) beruht. Im konkreten Anwendungsfall kann IO1 auch mit Eisenhydroxid oder einem schwermetallbindenden IO kombiniert werden. Der Mischadsorber MA2 ist ein heute schon am Markt erhältliches Adsorbermaterial mit hoher Leistungsfähigkeit bei nur 8 cm Schichtdicke. In der Praxis wird mit 35 bis 45 cm Schichthöhe gearbeitet.

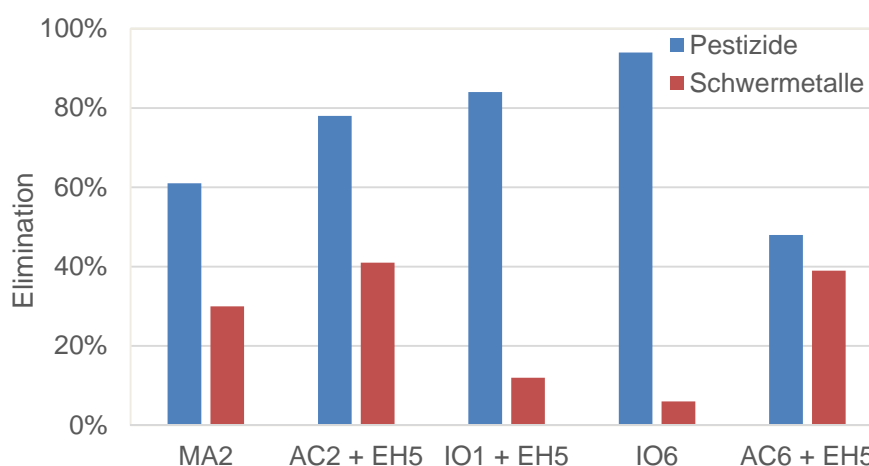


Abb. 3: Eliminationsleistung von 9 Pestiziden und 2 Schwermetallen für 5 verschiedene Adsorbentmaterialien im Kolonnenversuch nach 30 Tagen (Mischungen).

2.2 Feld

Im laufenden Feldversuch weisen beide Materialbefüllungen, MA2 und IO1, bis heute eine hohe hydraulische Leitfähigkeit bei der Beschickung von oben nach unten (frei dränend) auf. Dabei besteht ein wesentlicher Unterschied in der Aufbauweise: MA2 ist eine Adsorbentmischung mit 40 cm und IO1 mit 6 cm Höhe. Die ersten Ergebnisse zur Elimination sind sehr vielversprechend, wobei besonderes Interesse an der polaren Substanz Mecoprop besteht.

3 Ausblick

Um vergleichbare Aussagen zum Sorptionsverhalten und die Abflussqualität in Anlagen treffen zu können, wird voraussichtlich 2016 das Schweizer Testverfahren, bestehend aus einem Labor- und Feldtest, für Adsorbentmaterialien und -anlagen verabschiedet. Darin sind beispielsweise die Zielsubstanzen und Leistungsanforderungen festgelegt. Gegenwärtig erarbeitet die Arbeitsgruppe im Auftrag des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) die Anforderungen für das zweistufige Konzept. Ziel des Prüfverfahrens, ist es das Konzept der Adsorbentanlagen gesamthaft beurteilen zu können.

Literatur

- Clara et al. (2014): Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, Österreich.
- Burkhardt et al. (2011): Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. Water Science & Technology, 63, 9, S. 1974-1981
- Matzinger et. al. (2015): Kompetenz Zentrum Berlin, Projekt Kuras: Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme, <http://www.kuras-projekt.de/>
- Steiner und Boller (2006): Copper and zinc removal from roof runoff: from research to full-scale adsorber systems. Water Science & Technology, 53, 3, S. 199-207
- Wittmer et al. (2014): Über 100 Pestizide in Fließgewässern. AQUA & GAS, 3, 32-43

Korrespondenz an:

Prof. Dr. Michael Burkhardt
HSR Hochschule für Technik
Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC)
Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil, Schweiz
michael.burkhardt@hsr.ch