

Prioritäre Stoffe – Eine besondere Herausforderung in der dezentralen Regenwasserbehandlung bei zunehmenden Abflussintensitäten durch Starkregen

Situation

Regenwasserbehandlungsanlagen benötigen neben ausreichender hydraulischer auch eine der Schadstoffbelastung entsprechende Reinigungsleistung. Es müssen nicht nur durch Klimaveränderungen verstärkt auftretende Starkniederschlagsereignisse berücksichtigt, sondern gleichzeitig die überwiegend feinpartikulär gebundenen Schadstoffe ohne Remobilisierungsgefahren zurückgehalten werden.

Verkehrsflächenabflüsse kommen teilweise mit gelösten überwiegend jedoch mit partikulären Schadstoffanteilen zum Abfluss. Mit Ausnahme von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und den zu den prioritären Stoffen gehörenden PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) wurden bisher organische Schadstoffe die in Weichmachern, Tensiden, Klebstoffen, Lacken, Korrosionsschutzadditiven, Benzinzusätzen, Vulkanisierungsbeschleunigern oder Alterungsschutzmitteln (Antioxidans) zur Herstellung von Reifen enthalten sind, vergleichsweise wenig beachtet.

Diese Stoffe, wie polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Diethylhexylphtalat (DEHP) fallen unter die in der Anlage X der EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) gelisteten prioritären sowie prioritären gefährlichen Stoffe.

Eine Auflistung von 45 prioritären Stoffen in der 2013 aktualisierten Anlage X findet sich in der EU-Richtlinie 2013/39/EU. Aktualisierungen dieser Anlage sind im 4 jährigen Turnus vorgesehen. Bei Spurenstoffen handelt sich um synthetische Substanzen, die in Konzentrationen von Nano- bis zu einigen Mikrogramm pro Liter Wasser vorkommen. Im Verkehrsflächenabfluss vorkommenden Schwermetalle werden daher nicht zu den Spurenstoffen gezählt, gehören aber meist zu den prioritären Stoffen. Cadmium und Quecksilber zählen zudem zu den prioritären gefährlichen Stoffen.

Behandlungsrelevanz

Eine vergleichende Betrachtung von PAK-Einträgen in den Rhein mit den entsprechenden Abflussanteilen für den Zeitraum 2003-2005 (Fuchs, 2010) macht deutlich, dass obwohl nur 2% der Gesamtwasserabflussmenge des Rheins aus Regen- und Mischwasserkanälen stammen, 21% der Gesamt-PAK₁₆-Fracht oder 3.447 kg/a von 16.419 kg/a eines 3-jährigen Zeitraums im Rhein über diesen Pfad eingetragen wurden.

Messprogramme an Strassenabflüssen ergaben einen Medianwert für PAK₁₆ nach EPA von 5,19 µg/l (Kasting, 2003). Grenzwerte der Bundes-Bodenschutz-Verordnung sowie Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA 2004 betragen 0,2 µg/l. und würden damit bei Einleitung in das Grundwasser nur einen Eintrag von 3,9% des ermittelten PAK₁₆-Medianwertes erlauben.

Zum Vergleich: Schwellenwert QZV Chemie GW für PAK₆: 0,09 µg/l

Die Bedeutung des Feinpartikelrückhaltes

In einer OSPAR¹-Pilotstudie (Umweltbundesamt, 2002) wird der aus unterschiedlichsten Quellen eingetragene partikulär gebundene PAK₁₆-Anteil in 7 ausgewählten Flüssen, mit 50% bis 80% angegeben. Hier wird jedoch vermutet wird, dass die, durch diese Messungen ausgewiesenen höheren gelösten Anteile durch frische Einträge kurz oberhalb der Messstellen zu Stande kamen, wobei zur partikulären Bindung im Fluss bis zu den Messstellen zu kurze Verweildauern zur Verfügung standen.

¹ Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (Oslo-Paris Konvention, OSPAR) (1992)

In einer Zusammenstellung (Tabelle 1) nach Grotehusmann u.a (2013), wird der partikulär gebundene Anteil organischer Schadstoffe in Verkehrsabflüssen für PAK₁₆ dagegen mit 96,8% vom gesamten Abflussanteil beziffert. Alle anderen dargestellten Werte liegen mit ihren partikulären Anteilen über 87% ebenfalls sehr hoch.

Tabelle 1: Partikelbindung organischer Schadstoffe von Straßenabflüssen

	Gesamtgehalt	Partikulärer Anteil in % vom Gesamtgehalt
Mineralölkohlenwasserstoffe, MKW in mg/l	1,09	> 89,7
Polyzyklische Kohlenwasserstoffe, PAK ₁₆ in µg/l	3,35	96,8
Polychlorierte Biphenyle, PCB ₆ in ng/l	8,48	>87,0
Diethylhexylphthalat, DEHP in µg/l	8,68	90,6

Grotehusmann u.a., 2013 in B. Lambert, Anforderungen und Leistung dezentraler Regenwasserbehandlung, Fachtagung Hauraton, Nov. 2015

Auch nach Wang et al. 2010 und Haritopoulou, 1996, werden PAK vornehmlich an Partikel sorbiert transportiert (ca. 90%) und sind hierbei primär an der schlecht absetzbaren Feststofffraktion von 6 – 60 µm gebunden. Das gilt vor allem für die höher molekularen Verbindungen wie beispielsweise dem Benzo(a)pyren (5 kondensierte Benzolringe), welches zu den am meisten krebserregenden Stoffen gezählt wird.

Ein hoher Feinpartikelrückhalt ist daher bei der Regenwasserbehandlung unumgänglich.

Wirkungsprinzip

Im Vergleich zum Rückhalt gröberer Partikel (> 63 µm) erfordert ein guter Feinpartikelrückhalt aufwändigere Verfahrenstechniken. Je nach verwendetem Behandlungsprinzip wie Sedimentation oder Filtration, erfordert dies entweder lange Absetzzeiten oder ausreichende Filterwiederstände und Filterbettverweilzeiten.

Auf Grund der überwiegend unipolaren und lipophilen Eigenschaften der PAK₁₆ liegen meist feinpartikuläre Bindungen mit organischen Stoffen vor. Diese schlecht absetzbaren Stoffe können aber über dafür ausgelegte Filtersysteme zurückgehalten werden. Feldversuche mit einem für Verkehrsflächenabflüsse entwickelten Retentionsrinnenfiltersystem zeigten ganzjährig Rückhalteleistungen von über 97% (Tabelle 2) bei mehr als 7000 Fahrzeugen pro Tag mit 19% LKW-Anteil.

Tabelle 2: PAK₁₆-Rückhalteleistung eines für Feinpartikelrückhalt ausgelegten Filtersystems

Filtersystem - sandiges Filtersubstrat / Feinkiesanteil < 5%					
		Q2/09	Q3/09	Q4/09	Q1/10
PAK ₁₆ in µg/l	Zulauf	13,90	2,46	2,85	14,50
	Ablauf	- ¹	<0,001	0,08	0,14

¹ keine Messergebnisse wegen Umbau der Anlage

LAMBERT, B. (2010), Reinigung von Verkehrsabflüssen durch Rinnenfilter, Versuchsanlage Derchingerstraße, Zeitraum 4/09 – 3/10

Das dafür verwendete Filtersubstrat besitzt einen Durchlässigkeitsbeiwert von $(k_f) \leq 5,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$. Eine mittlere wirksame Substratmächtigkeit von 0,2 m ergibt dabei eine Filterbettverweilzeit von 400 Sekunden oder $\geq 6 \frac{1}{2}$ Minuten.

Mit diesem Substrat werden bei Starkregenereignissen hohe Durchstromgeschwindigkeiten vermieden, da diese selbst bei kurzer Dauer zur Schadstoffremobilisierung (Durchspülung) führen würden. Hohe Zuflussintensitäten werden über kurzzeitigen Einstau zwischenspeichert. Die Überstaubarkeit ohne Remobilisierungsgefahr erlaubt zudem über eine gleichmäßigere Verteilung des Niederschlagsabflusses eine gleichmäßige Auslastung des Filters (höhere Standzeit) bei gleichbleibend hoher Reinigungsleistung.



Bild 1: Durchströmung im Tracerversuch

Filterkurzschlüsse durch Bildung von Makroporen werden durch eine spezielle Sieblinie des Filtersubstrats vermieden. Zudem wird eine sehr homogene Durchströmung gewährleistet (Bild 1).

Starkregenmanagement

Die Überstaubarkeit ist auch eine Voraussetzung für den Einsatz auf Entwässerungsflächen für die ein Überflutungsnachweis geführt werden muss. Dies erlaubt auch bei Berücksichtigung von hohen Abflussintensitäten und Starkregenereignissen wirtschaftliche Lösungen bei gleichzeitig guten Reinigungsleistungen.

Darüber hinaus erlaubt die Überstaubarkeit eine Vielzahl an projektspezifisch erforderlichen Kombinations- und Lösungsmöglichkeiten. Unterschiedliche Komponenten des Regenwassermanagements können mit gestalterischem urbanem Grün oder mit flächenneutralen Systemen der Behandlung und der Versickerung kombiniert werden. Bodenwasservorräte für urbanes Grün können aufgefüllt und über Verdunstung einen zusätzlichen Beitrag für ein besseres Stadtklima leisten.

