

## Dezentrale Regenwasserbehandlung an einer Müllumladestation / Einfluss organischer Stoffe im Regenabfluss

Claus Huwe

Hauraton GmbH & Co.KG, Rastatt

### Kurzfassung:

Mit einem Versuchseinbau wurde die Reinigungsleistung eines Regenwasserbehandlungssystems an einer Müllumladestation getestet. Auffällig zeigte sich der Einfluss gelöster organischer Kohlenstoffverbindungen (DOC). Während bei hohen Abbauraten von DOC > 85% im trockenfallenden Retentionsrinnenfilter hohe Wirkungsgrade im Rückhalt der Schwermetalle Cu, Pb und Zn festgestellt wurden, bewirkte eine verlängerte Einstauperiode durch hohen Feststoffanfall bei kleiner Testanlagengröße ( $A_f/A_u$  - 0,8%) ein deutliches Absinken der DOC-Abbaurrate auf 38,8%. Gleichzeitig ergaben sich negative Wirkungsgrade beim Rückhalt von gelöstem Blei und Kupfer. Der Rückhalt von Zink fand mit reduziertem Wirkungsgrad statt. Komplexierungsvorgänge zwischen Schwermetallen und verstärkt zur Verfügung stehendem DOC scheinen insbesondere bei Blei und Kupfer zur Rücklösung und zum Durchgang durch die Behandlungsanlage geführt zu haben. Da Dauereinstau unter permanent anaeroben Bedingungen vermehrt zur Bildung von DOC führt und der Abbau von DOC behindert wird, sollte ein Einsatz von dauereingestauten Systemen in Gegenwart organischer Kohlenstoffverbindungen vermieden werden. Trockenfallende Systeme sollten den Belastungen entsprechend in einem funktionierenden Verhältnis zwischen Anlagengröße und Wartungsaufwand dimensioniert werden, um negative Auswirkungen längerer Einstauperioden zu vermeiden.

**Key-Words:** Regenwasserbehandlung, Retentionsrinnenfiltersystem, gelöster organischer Kohlenstoff, Einstau

## 1 Situation

Für die Betriebsgenehmigung einer Müllumschlagsstation (Transfer Station) in Auckland Neuseeland wurde die Regenabflussbehandlung der am stärksten belasten Fläche vorgeschrieben (Bild 1). Die Müllsammel- und Umschlagsstation liegt im maritimen Gebiet des „Mangere Inlet“, dem Ende einer Bucht südlich von Auckland. Durch die Vornutzung des betroffenen Geländes als ehemalige Abfalldeponie mit bestehenden Altlasten im Untergrund fiel die Wahl der Regenabflussbehandlung auf ein dezentrales, trocken fallendes Retentionsrinnenfiltersystem, das neben der Behandlung auch die oberflächennahe Ableitung von Regenwasser ermöglicht und „minimalinvasiv“ durch geringe Einbautiefen in ein bereits bestehendes Entwässerungssystem integriert werden konnte (Finnegan, 2017).

Auf Grund der eher als industriell einzustufenden Nutzung der Entwässerungsfläche mit einer für Neuseeland neuen Behandlungstechnik wurde in Absprache zwischen Betreiber und Stadtverwaltung eine Testanlage auf der betroffenen Fläche errichtet.

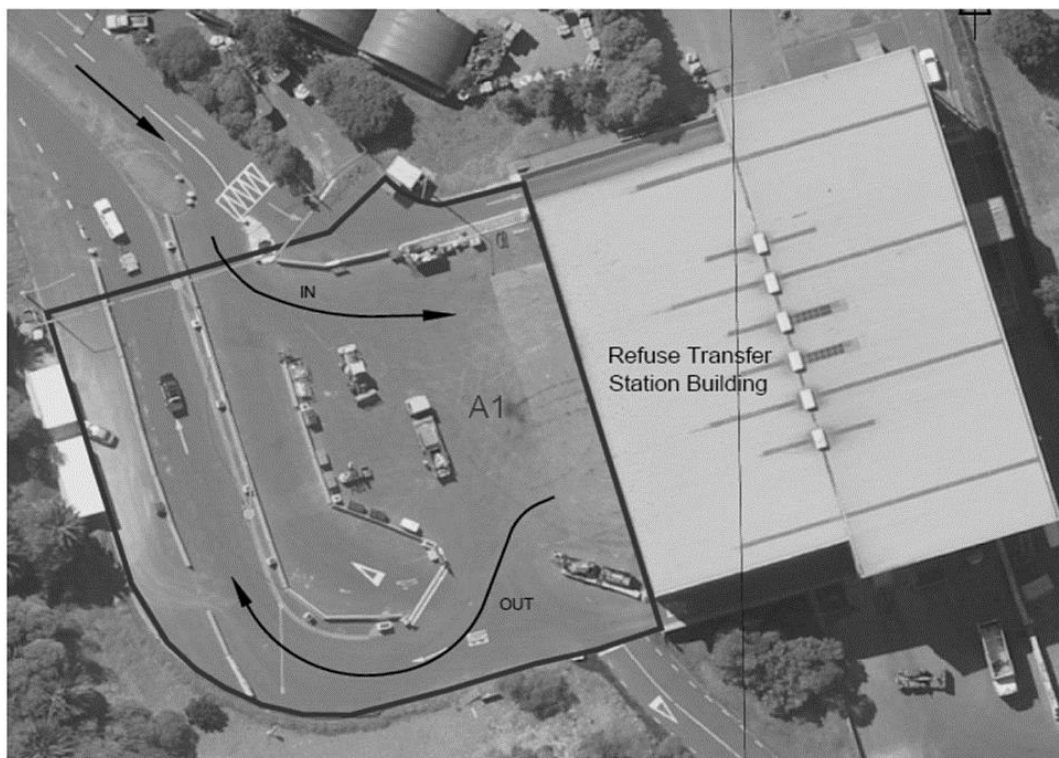


Abbildung 1: Müllumschlagsbereich, Finnegan (2017)

Als Bemessungsgrundlage für den Testaufbau wurde eine Stichprobe des Oberflächenabflusses der Fläche A1 vom April 2014 herangezogen (Tabelle 1). Diese wies auf eine vergleichsweise geringe Belastung mit Schwermetallen (Cu, Pb, Zn) und Feststoffen (AFS) hin.

Tabelle 1: Abflusskonzentrationen der Transfer Station (2014) im Vergleich zu frachtgewogenen Abflusskonzentrationen an Straßenabflüssen (Kasting 2002)

Parameter	Stichprobe April 2014 (Transfer Station)	Median Straßenabflüsse (Kasting 2002)	Anzahl Messprogramme
TSS (mg/l)	58	155	10
Total Copper (µg/l)	41	110	10
Dissolved Copper (µg/l)			
Total Lead (µg/l)	35	180	10
Dissolved Lead (µg/l)			
Total Zinc (µg/l)	178	460	10
Dissolved Zinc (µg/l)			
Oil and Grease (mg/l)	7		

## 2 Untersuchung

Gemäß behördlicher Vorgabe sollten mindestens 3 Niederschlagsereignisse mit Niederschlagshöhen zwischen 6 und 10 mm durch Zu- und Ablaufbeprobung nach jeweils vorangegangenen 72 stündigen Trockenwetterperioden erfasst werden. Da aber vor allem die geringeren Niederschlagsereignisse optisch stärker belastet schienen, wurden zusätzlich 4 geringere Niederschlagsereignisse ebenfalls auf pH-Wert, Schwermetalle (Cu, Pb, Zn) sowie BSB<sub>5</sub>, CSB, und MKW (DOC ab dem 25.08.2016) untersucht. Damit standen 7 Beprobungsergebnisse vom 22.06.2016 bis zum 25.09.2016 zur Verfügung.

## 3 Ergebnisse

Im Vergleich zur Stichprobe vom April 2014 zeigten sich in den beprobten Zuläufen der Pilotanlage wesentlich höhere Fest- und Schadstoffkonzentrationen. Die Medianwerte (n=7) der Zulaufkonzentrationen betrugen für AFS 680 mg/l, Cu 310 µg/l, Pb 270 µg/l und Zn 1.590 µg/l. DOC wurde mit einem Median (n=4) von 155 mg/l gemessen. Zum Vergleich: DOC im Straßenabfluss findet sich mit 12 mg/l (Hahn, 2000) in deutlich geringeren Konzentrationen.

Tabelle 2: Zu- und Ablaufkonzentrationen am Retentionsrinnenfilter

Parameter	Konzentrationen der Anlagen - Zu- und Abläufe													
	22.06.2016		08.07.2016		14.07.2016		25.08.2016		15.09.2016		20.09.2016		25.09.2016	
	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.	Zul.	Abl.
TSS (mg/l)	680	18,0	1290	18	56	13	1290	20	1570	11	34	<3	470	4
Total Copper (µg/l)	270	34	330	31	183	28	490	70	510	26	56	5,3	310	15,2
Dissolved Copper (µg/l)	45	12,2	20	16,6	73	12,9	37	56	131	19,3	40	4	51	10
Total Lead (µg/l)	270	5,1	410	2,2	15,6	0,89	500	30	650	1,64	19,6	0,56	180	0,76
Dissolved Lead (µg/l)	4,7	0,9	1,63	0,4	2	0,39	20	28	1,67	0,57	0,65	0,12	1,59	0,12
Total Zinc (µg/l)	1520	103	3400	59	600	43	2800	590	5300	36	460	18	1590	26
Dissolved Zinc (µg/l)	880	53	1570	47	550	39	1230	570	990	31	410	16,8	810	17,6
cBOD5 (mgO <sub>2</sub> /l)	450	19	430	57	300	60	480	144	620	55	116	3	270	7
COD (mgO <sub>2</sub> /l)	1030	136	1190	148	530	150	1420	360	2100	141	210	26	660	38
DOC (mg/l)	-	-	-	-	-	-	170	104	310	41	63	9,3	140	17,7

Am 25.08.2016 wurden im Gegensatz zu den guten Rückhalteleistungen aller anderen Niederschlagsabflussmessungen negative Wirkungsgrade (= Remobilisierung) beim Rückhalt der gelösten Schwermetallanteile Cu und Pb festgestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Wirkungsgrad

Parameter	Wirkungsgrad beim Schadstoffrückhalt ermittelt aus Zu- und Ablaufkonzentrationen						
	22.6.16	8.7.16	14.7.16	25.8.16	15.9.16	20.9.16	25.9.16
	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$	$\eta(\%)$
TSS	97,4	98,6	76,8	98,4	99,3	95,6	99,1
Total Copper	87,4	90,6	84,7	85,7	94,9	90,5	95,1
Dissolved Copper	72,9	17,0	82,3	-51,4	85,3	90,0	80,4
Total Lead	98,1	99,5	94,3	94,0	99,7	97,1	99,6
Dissolved Lead	80,9	75,5	80,5	-40,0	65,9	81,5	92,5
Total Zinc	93,2	98,3	92,8	78,9	99,3	96,1	98,4
Dissolved Zinc	94,0	97,0	92,9	53,7	96,9	95,9	97,8
cBOD5	95,8	86,7	80,0	70,0	91,1	97,4	97,4
COD	86,8	87,6	71,7	74,6	93,3	87,6	94,2
DOC	-	-	-	38,8	86,8	85,2	87,4

Gleichzeitig nahm die Abbaurate gelöster organischer Kohlenstoffverbindungen (DOC) von Werten > 85% auf 38,8% ab. Der negative Wirkungsgrad beim Schwermetallrückhalt kann über den Durchgang gelöster Komplexe aus Huminstoffen und Schwermetallen erklärt werden. An Stelle von Vegetationsresten stehen hier überwiegend gelöste Zersetzungsprodukte (Huminstoffe) aus Holz und Papier als Komplexierungspartner für Schwermetalle zur Verfügung. Nach Savric (2001) lassen sich Schwermetalle hinsichtlich ihrer Affinität zu Huminstoffen in zwei Gruppen einteilen: Hohe Affinität haben  $\text{Fe}_{3+}$ ,  $\text{Pb}_{2+}$  und  $\text{Cu}_{2+}$ ; geringe Affinität weisen  $\text{Co}_{2+}$ ,  $\text{Cd}_{2+}$ ,  $\text{Ni}_{2+}$ ,  $\text{Zn}_{2+}$  und  $\text{Mn}_{2+}$  auf. Die Anlagenpassage gelöster SM-Komplexe mit zusätzlicher Komplexierung (Remobilisierung) erhöhte sich offensichtlich mit der Abnahme der Abbaurate von DOC als dem Resultat anaerober Verhältnisse bei zunehmenden Einstaudauern durch Abnahme der Filterdurchlässigkeit auf Grund des hohen Feststoffanfalls. Durch die im tatsächlichen Betrieb festgestellten bis zu 27-fach höheren Feststofffrachten ergaben sich kürzere Wartungsabstände als in der Planung vorgesehen. Durch diesen Umstand wurde die Einstaudauer als Einflussgröße für die Behandlung erkannt.

Abbauprozesse organischer Inhaltsstoffe führen zudem über Sauerstoffzehrung in länger eingestauten Systemen zu reduzierenden Bedingungen. Diese führen wiederum zu Rücklösungsprozessen von Eisenoxiden-/hydroxiden und daran gebunden Schwermetallen und somit ebenfalls zur Remobilisierung von Schadstoffen.

## 4 Fazit

Regenwasserbehandlung sollte nicht im Dauereinstau (anaerob) betrieben werden, da damit verbunden reduzierte Abbauraten von gelösten organischen Verbindungen verstärkt zu Komplexierungsvorgängen zwischen DOC und Schwermetallen führen und damit den Durchgang durch die Behandlungsanlagen ermöglichen. Eine möglichst genaue Einschätzung der Belastung bildet die Voraussetzung für eine optimale Anlagendimensionierung. Einerseits wird dadurch der Behandlungserfolg gesichert und andererseits wirtschaftliche vertretbare Wartungsabstände ermöglicht. Die Wartung beginnt mit der Planung.

## 5 Literatur

Finnigan S. (2017): INNOVATIVE TREATMENT SYSTEM TRIAL ON INDUSTRIAL SITE. Water New Zealand's 2017 Stormwater Conference

Hahn M., Könnemann T., Mangold S., Ourfelli I., Preuß V., Schöpke R., Sonntag B. (2000): Literaturstudie zum Thema: Darstellung und Bewertung des Wissenstandes zum Schadstoffabbau und -transport in natürlichen Böden; Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft und Umwelt, Bd. 4; ISBN 3-934294-03-0

Savric I. (2001): Einflussfaktoren auf die Bindung und Mobilität organischer und anorganischer Stoffe in kontaminierten Rieselfeldern, TU Berlin - Fakultät für Prozesswissenschaften

Kasting U. (2002): Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen, Universität Kaiserslautern, Fachbereich Architektur/Raum – und Umweltplanung/Bauingenieurwesen

## Korrespondenz an:

Claus Huwe  
Werkstraße 13, D-76437 Rastatt  
Tel.: 0049 (0)7222 958186  
Fax: 0049 (0)7222 95828186  
E-Mail: claus.huwe@hauraton.de