

Projektsteckbrief Förderprogramm des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen		Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 
Förderprogramm	Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW II – Förderbereich 6 Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Abwasserbeseitigung	
Antragstitel	„Optimierte Reduktion von AFS _{fein} , Schwermetallen und prioritären Stoffen aus Niederschlagswasser von Verkehrsflächen in RiStWag-Anlagen durch den Einsatz von Floating Treatment Wetlands“ – Opti-Float	
Laufzeit	23.05.2016 – 22.05.2019 (Verlängerung bis zum 30.11.2019)	
Bewilligungsempfänger		Ansprechpartner
Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen		Prof. Dr. Pinnekamp Dr. Regina Haußmann Jan Ruppelt
Institute für Biology 1 (Projektpartner), Molecular Ecology of the Rhizosphere RWTH Aachen		Dr. Jos Schippers / Prof. Dr. Joost van Dongen
Landesbetrieb Straßenbau NRW (Assoziierter Partner), Außenstelle Köln Dr.		Karl Diefenthal
Zielsetzung und Anlass des Vorhabens Vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie nimmt die Bedeutung der Reduktion prioritärer Stoffe wie Cadmium, Nickel, Blei und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) aus Straßenabwässern zu. Diese können sich vor allem an feine Partikel wie AFS₆₃ binden. Zur Niederschlagswasserbehandlung von außerörtlichen Straßen werden überwiegend Regenklärbecken sowie RiStWag-Anlagen (Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten) zur Straßenentwässerung eingesetzt, deren Unterschiede sich aus den jeweiligen Regelwerken begründen. Die Einleitungen aus diesen Becken stellen eine erhebliche Belastung für Gewässer dar. Da die Wirksamkeit von Regenbecken hinsichtlich des Feinstoffrückhalt noch optimiert werden kann, um vor allem die Einleitung der schadstoffbelasteten Fraktion ins Gewässer zu begrenzen, stellen sogenannte Floating Treatment Wetlands eine mögliche Option dar. In außerdeutschen Vorhaben (z.B. in China oder den USA) wurde bereits untersucht, ob sich die Absetzbarkeit in ähnlichen Becken durch den Einsatz von bepflanzten Flößen verbessern lässt. Dabei werden Pflanzen, welche besonders lange Wurzeln ausbilden auf aufschwimmende Matten eingesetzt. Die Schwermetalle werden in den Wurzeln von dem dort aufwachsenden Biofilm sorbiert und sinken nach Absterben der Wurzeln als Sediment zu Boden. Im Versuchsmaßstab konnte bereits eine Abnahme zwischen Ablauf und Zulauf hinsichtlich Zink und Kupfer um 35 bis zu 40 % festgestellt werden. Ziel des Vorhabens war es, an bestehenden Beckenanlagen (an Bundesautobahnen) den Rückhalt von AFS₆₃, ausgewählten Schwermetallen, PAK und AOX zu untersuchen und festzustellen, ob dieser sich mit dem Einsatz von Floating Treatment Wetlands (FTW) optimieren lässt. Zudem sollte untersucht werden, ob die Kombination von RiStWag-Anlagen in Kombination mit FTW eine vergleichbare oder eine verbesserte Reinigungsleistung gegenüber der Kombination von RiStWag-Anlagen mit RBF aufweist. Dabei sollte auch ein Kosten-Nutzen-Vergleich durchgeführt werden. Weiterhin sollten Handlungs- und Betriebsempfehlungen entwickelt werden. Die ausgewählten Becken sind zweistraßig ausgelegt, so dass eine Beckenstraße mit einem bepflanzten Floß, die zweite Straße als Referenzbecken für den Standardbetrieb ausgelegt werden kann. Im Ablauf der Anlagen sind RBF angeordnet.		
Projektdurchführung Gegenstand der Untersuchung waren zwei bestehende RiStWag-Anlagen an der Bundesautobahn A3 am Autobahnkreuz Köln-Ost (DTV: 166.000 Kfz/24h) und an der Anschlussstelle Köln-Mülheim (MH; DTV: 150.500 Kfz/24h). Die A 3 gehört zu den verkehrsstärksten Autobahnen in NRW. Daher sind für die beiden zugehörigen Straßenabschnitte hohe Stofffracht-Belastungen des abfließenden Niederschlagswassers zu erwarten (Kategorie III-Flächen). Des Weiteren befinden sich beide Gebiete in direkter Nähe einer bestehenden Trinkwassergewinnung, sodass die Becken als Absetzbecken mit Leichtstoffrückhalt konzipiert wurden (RiStWag-Anlagen) und der komplette Abfluss von den Flächen (reduziert um Verluste) den Anlagen zufließt. Beide Anlagen verfügen zusätzlich als zweite		

Reinigungsstufe über einen RBF.

Für die Untersuchungen wurden in beiden Beckenanlagen in je einer der beiden Straßen ein FTW installiert.

Basierend auf Experimenten im Gewächshaus wurde der Bewuchs der beiden FTWs ausgewählt und diese bepflanzt bzw. einsatzfertig bestellt.

An der Anlage in MH wurden fünf Probenahmestellen ausgewählt (beide Zuläufe und Abläufe der Kammern mit und ohne FTW und Ablauf RBF ohne FTW). An der Anlage Ost wurden drei automatische Probenehmer installiert (Zulauf Verteilerschacht, Ablauf beider Kammern vor dem RBF). Zusätzlich wurde je Anlage (MH und Ost) ein Niederschlagsschreiber installiert.

Insgesamt wurden die Anlagen im Zeitraum vom 18.05.2017 bis zum 22.07.2019 an 54 Tagen untersucht (42 Tage bzw. Regenereignisse in MH und 47 in OST), wobei nicht bei allen Tagen aus unterschiedlichen, nachvollziehbaren Gründen Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Untersuchungen an den großtechnischen Anlagen umfassten neben dem Beckenmonitoring die Beprobung und Analytik von Stand- und Niederschlagswasser von 43 straßenspezifischen Belastungsparametern (wie AFS63, Schwermetalle, PAK etc.). Da in den Wintermonaten zur Enteisung der Straßen Auftausalze eingesetzt werden, wurden die beiden Anlagen hinsichtlich Chlorid- und Sulfatkonzentrationen untersucht. Aufgrund einer fehlenden Abflussmessung (wurde nicht gefördert) war eine Betrachtung von Frachten nicht möglich. Daher wurden nur Konzentrationen betrachtet. Zur Bewertung der Ergebnisse wurden statistische Analysen (Shapiro-Wilk-Tests, Mittelwerttests, T-Test, Mann-Whitney-U-Tests, Korrelationsanalysen nach Spearman- ρ) durchgeführt.

Des Weiteren wurde ein Monitoring des Pflanzenwachstums an der großtechnischen Versuchsanlage durchgeführt, um die Eignung bzw. das Verhalten der Pflanzen unter realen Bedingungen zu untersuchen. Der Fokus lag auf dem Pflanzenwachstum, der Messung der Sauerstoffkonzentrationen sowie der Untersuchung auf organisches Material im Sediment. Eine abschließende Analyse des auf den Wurzeln der Pflanzen angesiedelten Biofilms der Gewächshaus- sowie RiStWag-Pflanzen sollte letztendlich Aufschlüsse über die Art der ansässigen Bakterien sowie deren Potenzial zur Nährstoff-/Schadstoffentfernung bieten.

Wesentliche Ergebnisse

Als wesentliche Ergebnisse können festgehalten werden:

- Durch das der RiStWag-Anlage in Mülheim vorgelagerte Mulden-Rigolensystem zur Ableitung der Abflüsse von der Straße wurde bereits ein großer Anteil an Partikel zurückgehalten. Es wurde eine zur DTV-Verkehrsbelastung vergleichsweise sehr niedrige Zulaufkonzentration aller partikulär gebundener Parameter festgestellt. Daher erzielt eine zusätzliche Behandlung mit einem FTW kaum Verbesserungen der bereits niedrigen Zulaufbelastung.
- Die derzeit installierten RiStWag-Anlagen (MH, Ost) weisen bereits eine gute Rückhalteleistung auf, die durch den nachgeschalteten Retentionsbodenfilter noch verbessert wird.
- Alle Anlagenarten zeigen ein schlechteres Leistungsvermögen durch den Eintrag von Salzen im Winter (Schichtbildung und Rücklösen des Salzes im Jahresverlauf).
- Durch den RBF kann ein stärkerer Rückhalt an AFS63 gewährleistet werden.
- Bezüglich der Denitrifikationsleistung zeigt das FTW Vorteile gegenüber dem RBF.
- Das FTW führt allerdings nur zu geringen Veränderungen der Stickstoffparameter im Vergleich zur Referenz.
- Der RBF hat eine deutlich bessere Nitrifikationsleistung.
- Für Phosphate konnte für beide Maßnahmen keine deutliche Veränderung der Rückhalteleistung festgestellt werden.
- Das FTW führte zu signifikant niedrigeren Ablaufkonzentrationen für Chrom, der RBF erzielte hingegen sowohl für Chrom als auch für Kupfer, Nickel und Zink signifikant niedrigere Ablaufkonzentrationen als die RiStWag-Anlage alleine.
- Besonders positive Ergebnisse wurden für den Rückhalt an MKW erzielt. Hier wurde die Rückhalteleistung sowohl durch das FTW als auch den RBF um über 70% verbessert.
- Für die meisten PAK können die Ablaufkonzentrationen bereits durch die RiStWag-Anlage unter die Bestimmungsgrenze gesenkt werden. Sowohl durch das FTW als auch den RBF können die Reinigungsleistungen der meisten PAK um mehr als 50% verbessert werden.
- Die Untersuchungen der Pflanzen im Gewächshaus zeigen, dass 14 der 17 getesteten Pflanzenspezies in der Lage waren in einer Hydrokultur zu wachsen und erwiesen sich damit als potentiell geeignet für den Einsatz auf FTWs.
- Alle getesteten Pflanzenspezies waren in der Lage, auf dem stark verschmutzten Autobahnabwasser zu wachsen.
- Obwohl einige Pflanzenlinien salzempfindlich sind, ergab sich kein Problem für den Einsatz auf den RiStWag-

Anlagen, da die erhöhten Salzgehalte nur während der Ruhephase der Pflanzen im Winter vorliegen, in der sie nicht aktiv wachsen und daher kein Wasser aufnehmen.

- Die Analysen ergaben, dass sich kein zusätzliches organisches Material aus den FTW im Sediment ansammelt.
- Bei allen Messungen konnte festgestellt werden, dass der Sauerstoffgehalt in der Referenzkammer höher war als in der FTW-Kammer. Diese geringeren Sauerstoffkonzentrationen in der FTW-Kammer könnten auf eine erhöhte bakterielle Aktivität zurückzuführen sein, die Sauerstoff verbraucht.

Maßnahmen zum Wissenstransfer

Es gab verschiedene Publikationen und Vorträge (WETPOL 2017, Aqua Urbanica 2019) zu den Untersuchungen.

Fazit / Erkenntnisse für die Zukunft

Die FTWs konnten die bereits sehr gute Reinigungsleistung der Becken nur geringfügig verbessern. FTWs eignen sich allerdings grundsätzlich zur Ertüchtigung von RKBmD. RKB in geschlossener Bauweise eignen sich nicht. Eine Umrüstung von RKBoD in offener Bauweise in RKBmD kommt aufgrund des schlechteren Stoffrückhalts von RKBmD nicht in Frage. Grundsätzlich zeigen RBFs eine bessere Reinigungsleistung und sollten FTWs vorgezogen werden. Andere Ertüchtigungsmaßnahmen wie Schrägklärer oder konstruktive Änderungen der Becken sind ebenfalls abzuwägen. Sollten die Platzverhältnisse eine Nachreinigung mittels Retentionsbodenfiltern nicht zulassen, stellen FTWs eine wirkungsvolle und kostengünstige Ertüchtigungsmaßnahme für überlastete Becken dar, die insbesondere den Rückhalt von AFS63, Stickstoff, einiger Schwermetalle sowie der Schadstoffe PAK und MKW verbessern kann.

Interessant für zukünftige Projekte wäre die Untersuchung von FTWs auf hydraulisch überlasteten bzw. solchen Absetzanlagen im urbanen Raum, die ein geringes spezifisches Beckenvolumen aufweisen.