

---

# Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagswassereinleitungen Phase 1

**Kurzbericht**

Auftraggeber  
MKULNV NRW

---

Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)

Karlsruher Institut für Technologie  
Institut für Wasser und Gewässerentwicklung  
Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft  
Dr.-Ing. Stephan Fuchs

Technische Universität Kaiserslautern,  
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft  
Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt

Fachhochschule Münster  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Institut für Wasser Ressourcen Umwelt  
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl  
Prof. Dr.-Ing. Rainer Mohn

---

**Oktober 2013**



# **Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagswassereinleitungen – Phase 1**

## **Kurzbericht**

### **Projektbearbeitung**

#### **KIT**

Rebecca Eyckmanns-Wolters  
Dr.-Ing. Stephan Fuchs

#### **FH Münster**

Christian Maus  
Marc Sommer  
Nina Voßwinkel  
Prof. Dr.-Ing. Rainer Mohn  
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl

#### **TU Kaiserslautern**

Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt

#### **DWA**

Christian Berger

### **Auftraggeber**

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen



## Kurzbericht

Im Projekt „Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagswassereinleitungen (Phase 1)“ wurde der mit Regenklärbecken durch Sedimentation zu erzielende Rückhalt von Feststoffen mittels einer abgestuften Vorgehensweise aus Monitoring und Modellierung untersucht.

Zunächst erfolgte eine Durchsicht der Datenbanken REBEKA für das Land Nordrhein-Westfalen und des Umweltinformationssystems WIBAS für Baden-Württemberg, um den vorhandenen Anlagenbestand und Informationsgehalt in beiden Bundesländern zu ermitteln. Aus diesem Datenbestand wurden anschließend knapp 40 Becken für eine Vor-Ort Besichtigung ausgewählt, die den Bestand anhand ausgewählter Kriterien gut widerspiegeln.

Anschließend wurden aus den besichtigten Regenklärbecken jene ausgesucht, die sich für ein orientierendes Monitoring eignen. Im orientierenden Monitoring wurden 10 Anlagen mit einer Messtechnik ausgestattet, die es erlaubt, die Anlagenbelastung und mittlere Wirksamkeit in einer zeitgleichen Untersuchung mit der gleichen Messausrüstung zu beurteilen.

Parallel zu den orientierenden Felduntersuchungen wurde eine Simulation von Becken nach dem Stand der Technik durchgeführt. Diese hatten das Ziel, aufzuzeigen, welche Sedimentationswirkungsgrade unter einer optimalen Betriebsweise von Becken nach Stand der Technik theoretisch erreichbar sind.

Ein Großteil der besichtigten Regenklärbecken weicht von den konstruktiven Vorgaben der gültigen allgemein anerkannten Regeln der Technik (u.a. ATV-A 166, 1999) teilweise erheblich ab. Die in NRW besichtigten Anlagen sind alle deutlich vor Einführung des ATV-A 166 im Jahr 1999 errichtet worden und zum Großteil nach dem Trennerlass aus dem Jahr 1988 bemessen. Rund 40 % der Becken sind auf eine Oberflächenbeschickung von 10 m/h bei einer kritischen Regenspende von 15 l/(s\*ha) ausgelegt. Die geforderte Mindesttiefe von 2 m sowie das spezifische Mindestvolumen von 10 m<sup>3</sup>/ha werden in den meisten Fällen eingehalten. Die Abmessungen des Längen- und Breitenverhältnisses für Rechteckbecken sind in nur 40 % der Fälle eingehalten. Die Zulaufgestaltung ist häufig so ausgeführt, dass eine gleichmäßige Durchströmung des gesamten Beckenvolumens nicht möglich und dadurch die realen Aufenthaltszeiten unter den für eine wirksame Sedimentation erforderlichen Werten liegen. Mehrfach fehlte die erforderliche Drosselung des Zuflusses bzw. des Klärüberlaufes, so dass die zulässigen Oberflächenbeschickungen bei Starkniederschlägen erheblich überschritten werden können. Die Drosselung von Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD) kann in der Regel manuell über einen Schieber eingestellt werden. Bei Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKBoD) wurde ein gedrosselter Klärüberlauf nur in wenigen Fällen und meist bei neueren Anlagen vorgefunden. Erdbecken wiesen in der Regel keine Drosselungsmöglichkeit auf. Die Ergebnisse der orientierenden Monitorings zeigen, dass die Be-

messungsbeschickung von 10 m/h bei vielen Ereignissen deutlich überschritten wird, da keine Drosselung existiert.

Hinsichtlich der Beckenreinigung werden bei RKBoD alle Anforderungen erfüllt. Bei Becken im Dauerstau muss jedoch unabhängig von der Sedimentstärke eine regelmäßige Abreinigung des Sedimentes der Sohle stattfinden, um eine Remobilisierung mit erhöhtem Stoffaustrag zu verhindern.

Die Unterschiede der Becken in der Gestaltung von Geometrie, Zulauf und Klärüberlauf sind erblich, daher konnten sowohl in der Erhebungsuntersuchung als auch im orientierenden Monitoring keine vorherrschenden Bauweisen identifiziert werden. Die Übertragung der Ergebnisse (geometrische Abmessungen und Zulauf- bzw. KÜ-Gestaltung) auf den gesamten Bestand von RKB ist sehr erschwert, zum einen weil Informationen zur Beurteilung in den Datenbanken nicht gepflegt werden und zum anderen ein nur kleiner Teil des sehr heterogenen Gesamtbestandes begutachtet wurde.

Das orientierende Monitoring ergab bei den meisten Anlagen eine geringe stoffliche Belastung mit Konzentrationen im Zulauf teilweise deutlich unter 50 mg/l. Einzelne Ereignisse und Anlagen zeigen jedoch auch Konzentrationen im bekannten Wertebereich (Zulaufkonzentrationen größer 100 mg TS/l). Insgesamt zeigt sich ein stark heterogenes Feststoffaufkommen im Verlauf der Untersuchung. Der Anteil der Feinfraktion liegt jedoch konstant hoch zwischen 70 und 90 Gew.-% der Gesamtmasse. Dies ist mit Ergebnissen von Studien aus Berlin und Baden-Württemberg vergleichbar. Die Feinfraktion ist Träger partikulär gebundener Schadstoffe, so dass sie eine wichtige Zielgröße der Behandlung ist. Der Glühverlust in der Feinfraktion als Größe für den organischen Gehalt liegt zwischen 20 und 30 %.

Für den Rückhalt der Feinfraktion wurden für die untersuchten Becken im frachtgewichteten Mittel Wirksamkeiten von etwa 30 % ermittelt. Eingeschlossen sind Ereignisse mit hohen hydraulischen Belastungen ( $q_{A,max} \gg 10$  m/h) und mit geringen Feststoffkonzentrationen im Zulauf. Bei günstigen Randbedingungen sind Wirksamkeiten bis zu 60 % für die Feinfraktion erreichbar. Als günstige Randbedingung kann eine maximale Oberflächenbeschickung erheblich unter 10 m/h, eine gleichmäßige Durchströmung des Beckens und eine Verhinderung des Sedimentaustrages von bereits abgelagerten Feststoffen angesehen werden.

Die Wirksamkeiten beziehen sich allein auf den Rückhalt der Feinfraktion ( $< 63 \mu\text{m}$ ). Gesamtwirksamkeiten können bei hohen Anteilen mineralischer Grobstoffe deutlich höher liegen. Die Geschiebeschächte vor zwei Becken zeigten einen wirksamen Rückhalt der Grobfraktion.

Bei den untersuchten Anlagen konnte zwischen Regenklärbecken mit Dauerstau und Regenklärbecken ohne Dauerstau kein signifikanter Unterschied im Rückhalt der Feinfraktion festgestellt werden. Dies ist bei RKBoD auf die Speicherwirkung und bei RKBmD auf die geringeren Oberflächenbeschickungen deutlich unterhalb der Bemessungsbeschickung von 10 m/h zurückzuführen. Weitere differenzierte Daten sind notwendig, um den Einfluss gerin-

ger Oberflächenbeschickungen bei RKBoD quantifizieren zu können. Dazu eignet sich eine detaillierte Betrachtung je Klärüberlaufereignis. Unabhängig vom im Projekt untersuchten Rückhalt der Feinfraktion haben RKBoD gegenüber RKBmD deutliche Vorteile im Hinblick auf den Gewässerschutz:

- kein Austrag von Algen und erwärmten Wasser im Sommer
- keine Sauerstoffzehrung im Becken
- keine Rücklösung partikelgebundener Schadstoffe
- keine Dichteschichtung bei Streusalzeinsatz im Winter
- Mitbehandlung des Beckeninhaltes auf der Kläranlage
- einfache automatische Reinigung nach Ereignisende.

Die numerische Modellierung wurde eingesetzt, um den unter optimalen Bedingungen möglichen Wirkungsgrad von Becken, die nach Stand der Technik konzipiert sind, zu bestimmen. Bei gleichbleibender Oberflächenbeschickung der Becken wurden unterschiedliche Abmessungen sowie Zulaufgestaltungen entworfen und hinsichtlich ihres Einflusses auf den Rückhaltewirkungsgrad unterschiedlicher Partikelfraktionen ereignisspezifisch untersucht. Es wurden zwei hochliegende, und zwei tiefliegende Zulaufgestaltungen berücksichtigt. Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass die Gestaltung des Zulaufes einen Einfluss auf die Strömung im Becken und somit auf die Wirksamkeit hat. Becken mit einfachem Rohrzufluss ohne zusätzliche Einbauten zur Energiedissipation (Prallplatte o.ä.) weisen den schlechtesten Wirkungsgrad auf. Die Ausstattung mit einer Prallplatte kann den Wirkungsgrad bis zu 30 %-Punkte steigern. Es zeigt sich zudem, dass Becken mit hochliegendem Zulauf etwas schlechtere Wirkungsgrade aufweisen als Becken mit Rohrzufluss und Prallplatte. Bei hochliegendem Zulauf führt eine Tauchwand hinter einem Wehr bei niedrigen Oberflächenbeschickungen zu einem besseren, bei hohen Oberflächenbeschickungen hingegen zu einem schlechteren Wirkungsgrad als ohne Tauchwand.

Die Abmessungen haben hingegen einen geringeren Einfluss auf die Wirksamkeit der Becken. Die Abmessungen wurden innerhalb der in DWA-A 166-Entwurf [2010] definierten Spannweiten bei jeweils gleicher Oberflächenbeschickung variiert. Kurze, schmale und tiefe Becken weisen für die Sedimentation und die Sicherung von Feinsediment gegen Resuspension die leicht günstigeren Bedingungen auf. Allerdings ist die hydraulische Belastung bei gleicher Oberflächenbeschickung hier geringer.

Hinweise für künftige Bemessungen und Konstruktionen konnten innerhalb des Projektes noch nicht abgeleitet werden. Jedoch konnten erste Hinweise erarbeitet werden, die eine Basis für künftige Untersuchungen darstellen und weiter entwickelt werden können.

Die durchgeführten Felduntersuchungen haben gezeigt, dass ein breites Spektrum an unterschiedlichen Lösungen für Regenklärbecken vorliegt. Die Eigenschaften des Zuflusses

(Feststoffkonzentrationen und Hydraulik) sind an den einzelnen Standorten sehr variabel. Beides erschwert eine Systematisierung der Befunde. Der Feststoffrückhalt der Feinfraktion ist in den untersuchten Anlagen gering und bleibt unter den Erwartungen bzw. den theoretisch möglichen Größenordnungen.

Folgende Ursachen für die geringen Wirkungsgrade der untersuchten Regenklärbecken für feinputikuläre Feststoffe lassen sich aus den Befunden des orientierenden Monitorings und der numerischen Simulation ableiten:

- ungleichförmige Strömungsverhältnisse in der Sedimentationskammer durch ungünstige Konstruktionen des Zulaufes und der Sedimentationskammer
- Unterschreitungen der erforderlichen Aufenthaltszeit durch Kurzschlussströmungen und Totzonen
- Überschreitung der zulässigen Oberflächenbeschickung infolge fehlender Drosselung der Klärüberläufe oder des Zulaufes
- stoffliche Unterlastung der Anlage infolge sehr geringer Feststoffkonzentrationen im Zulauf

Um in Bezug auf die Durchströmung und hydraulische Anlagenbelastung Empfehlungen für eine effiziente Anlage formulieren zu können, bedarf es weiterer detaillierter Untersuchungen, die es erlauben, Einflussgrößen differenziert darzustellen und konstruktive und betrieblichen Optimierungsvorschläge zu erarbeiten. Dies erfordert, dass die CFD-Modellierung und in-situ Untersuchungen gut abgestimmt und sich ergänzend durchgeführt werden. In der Phase 1 wurden hierfür die Voraussetzungen geschaffen.