
Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrag des Ministerium für
Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen

Analyse der Leistungsfähigkeit von Regenüberlaufbecken und Überwachung durch Online Messtechnik

Kurzbericht

28. April 2015

Dipl.-Geoökol. Mike Kemper¹⁾, Dr.-Ing. Stephan Fuchs¹⁾, M. Sc. Simon Ebbert²⁾,
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl²⁾, Dipl.-Ing. Thomas Nichler³⁾, Dipl.-Ing. Markus Gillar⁴⁾

1) Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) Bereich
Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft (SWW)

2) Fachhochschule Münster, Institut für Wasser · Ressourcen · Umwelt (IWARU)

3) Dahlem Beratende Ingenieure GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG

4) Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (IKT)

Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen mit dem Titel „Überwachung und Optimierung der Leistungsfähigkeit von Mischwasserbehandlungsanlagen“

Laufzeit: 10/2012 – 06/2014

Im Rahmen des Vorhabens sind zwei Abschlussberichte mit jeweils einer Kurzfassung entstanden.

Der erste Bericht trägt den Titel: **„Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Regenüberlaufbecken und Überwachung durch Online-Messtechnik“** (vorliegender Kurzbericht).

Beteiligte Institutionen:

- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft
- Fachhochschule Münster, Institut für Wasser · Ressourcen · Umwelt (IWARU)
- Dahlem Beratende Ingenieure GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG
- Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH

Der zweite Abschlussberichtes trägt den Titel: **„Optimierung der Leistungsfähigkeit von Regenüberlaufbecken mittels Schrägklärertechnologie“**.

Beteiligte Institutionen:

- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft
- Fachhochschule Münster, Institut für Wasser · Ressourcen · Umwelt (IWARU)
- UFT Umwelt und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH

Inhalt

1	EINLEITUNG	- 1 -
2	BEWERTUNG UND OPTIMIERUNG VON REGENÜBERLAUFBECKEN	- 2 -
2.1	Bestandsanalyse	- 2 -
2.2	Bewertung der vorhandenen konstruktiven Lösungen.....	- 4 -
2.3	Bestimmung des Feststoffrückhalts von Regenüberlaufbecken	- 5 -
2.4	Optimierung von Regenbecken	- 8 -
3	ÜBERWACHUNG VON REGENBECKEN	- 10 -
3.1	Stand und Funktion vorhandener Messtechnik	- 10 -
3.2	Messeinrichtung an Regenbecken	- 11 -
3.3	Online Monitoring	- 13 -
4	LITERATURVERZEICHNIS.....	- 15 -

1 Einleitung

Im § 57 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wird für Abwassereinleitungen grundsätzlich eine Reduzierung der Schadstofffrachten nach dem Stand der Technik gefordert. Für Abwasserbehandlungsanlagen werden Anforderungen nach dem Stand der Technik bundesweit einheitlich in der Abwasserverordnung (AbwV) konkretisiert. Entsprechende Anforderungen an die Behandlung und Einleitung von Niederschlagswasser findet man bisher ausschließlich auf Länderebene. Die Überwachung und betriebliche Bewertung von bestehenden Mischwasserbehandlungsanlagen (MWBA) basierte bis zum Oktober 2013 im Wesentlichen auf den Anforderungen der für NRW eingeführten Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan, 1995). Ab Oktober 2013 trat an dessen Stelle die Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVO Abw, 2013) in Kraft und regelt in § 3, dass *„grundsätzlich bei Regenüberlaufbecken und Stauraumkanälen eines Kanalisationsnetzes ... zur Überwachung kontinuierlich aufzeichnende Wasserstandsmessgeräte einzubauen sind. Durch geeignete Auswertungen der Füllstände und Benutzungszeiten sind Überlaufmengen, -dauer und -häufigkeit und bei Bedarf die zur Abwasserbehandlungsanlage weitergeleiteten Abwassermengen zu ermitteln“*. Vor diesem Hintergrund wurden bereits und werden weiterhin Regenbecken in Nordrhein-Westfalen mit Durchfluss- und Wasserstandsmessgeräten ausgerüstet. Eine Überwachung der Qualität des Überlaufes aus Mischwasserbehandlungsanlagen wird nach dem derzeitigen Diskussionsstand, u. a. auf Grund von fehlenden bzw. unzureichenden Überwachungsmöglichkeiten nicht durchgeführt und ist bislang auch nicht gefordert.

In Nordrhein-Westfalen standen bei der praktischen Umsetzung die Bauwerkstypen Durchlaufbecken (DB) und Stauraumkanal mit unten liegender Entlastung (SKU) im Vordergrund. DWA-A 166 (2013) definiert für Durchlaufbecken eine Reihe von einzuhaltenden Entwurfskriterien (Klärbedingungen), so z.B. bei Rechteckbecken eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 10 \text{ m/h}$ beim kritischen Zufluss (in der Regel mit einer Regenspende von $15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ berechnet), eine maximale Längsdurchströmungsgeschwindigkeit und Wehrschwellenbelastung sowie bestimmte Verhältnisse von Länge:Breite:Höhe. Einige andere Kriterien gelten für Durchlaufbecken als Rundbecken sowie für Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung. Diese Kriterien werden bei der Beurteilung von Beckenentwürfen als Regel der Technik betrachtet. Eine Sonderbauart von Regenbecken sind hydrodynamische Abscheider, die vorzugsweise als Ersatz an Stelle kleiner Fangbecken eingesetzt werden und für die spezielle Bemessungsverfahren existieren (LFU 1997). Diese Bauart hat in NRW jedoch keine weite Verbreitung gefunden. Die in NRW sehr häufigen Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung wirken nur bei geringen Zuflüssen als Sedimentationsanlagen, bei größeren Zuflüssen befürchtet man eine Remobilisierung der bereits abgelagerten Sedimente. Wegen dieser besonderen Problematik wurde diese Beckenbauart für dieses Vorhaben ausgeklammert. In diesem Vorhaben standen Untersuchungen zur Sedimentationsleistung von Durchlaufbecken im Fokus des Interesses.

2 Bewertung und Optimierung von Regenüberlaufbecken

2.1 Bestandsanalyse

Die bauwerksspezifische Erfassung der Sonderbauwerke der Kanalisation erfolgt in NRW seit Ende 2014 in einem abwasserbezogenen Einleitungskataster ELKA. Zuvor wurden Daten der Niederschlagswasserbeseitigung in den beiden Katastersystemen REBEKA (Regenbeckenkataster, primär durch Bezirksregierungen gepflegt) und NIEWA (Niederschlagswasserkataster der Unteren Wasserbehörden) geführt. In BW erfolgt die Verwaltung der Mischwasserbehandlungsanlagen in dem Informationssystem WIBAS. Diese Datenbanken bildeten den Ausgangspunkt für die durchgeführten Untersuchungen.

Für dieses Vorhaben wurde ein Auszug der Datenbank REBEKA von IT.NRW zur Verfügung gestellt. Aus dieser geht die Verteilung der Mischwasserbehandlungsanlagen hervor. In Nordrhein-Westfalen werden ca. 1.519 Stauraumkanäle, 1.245 Durchlaufbecken und etwa 730 Fangbecken betrieben (Stand 2011). Die Datenbasis in Baden-Württemberg zeigt historisch bedingt eine etwas andere Verteilung. Dort nehmen mit einer Anzahl von 3.162 die Fangbecken den dominierenden Anteil an Regenüberlaufbecken ein. Des Weiteren sind 934 Durchlaufbecken und 747 Stauraumkanäle im Bestand.

Die historische Entwicklung des Bestandes an Regenbecken in NRW und BW geht aus der Auswertung der Inbetriebnahmen von aktuell noch betriebenen Durchlaufbecken hervor (siehe Abbildung 1). In der REBEKA-Datenbank gehen die ersten Inbetriebnahmen auf das Jahr 1928 zurück und reichen damit deutlich weiter in die Vergangenheit zurück wie in BW. Bis Ende der 70er Jahre wurden in NRW eher vereinzelt Durchlaufbecken errichtet. Erst Mitte der 80er Jahre ist es in NRW und BW zu einem markanten Anstieg von Neubauten gekommen. Entsprechend ist eine Vielzahl der heute vorhandenen RÜB in der Zeit von Beginn der 80er- bis zum Ende der 90er-Jahre entstanden.

Betrachtet man die Verteilung der Inbetriebnahmen in NRW wird deutlich, dass zwischen 1975 und 2005 der Großteil des Bestandes an Becken gebaut wurde. Herausragend in der Entwicklung sind die Jahre 1985 und 1992 mit 61 bzw. 76 Inbetriebnahmen. Anzunehmen ist, dass diese Entwicklung u.a. auch entscheidend von dem im Jahr 1977 erstmals aufgelegten und 1992 novellierten Arbeitsblatt ATV-A 128 geprägt ist. Erst 1999 wurde das Arbeitsblatt ATV-A 166 zusammen mit dem Merkblatt M 176 erstmals publiziert, die u.a. wichtige Hinweise zur konstruktiven Gestaltung beinhalten, auch in diesem Jahr ist ein Peak zu erkennen. Seit dem Jahr 2000 ist ein steter Rückgang der Neubauten zu verzeichnen. Der zeitliche Verlauf der Inbetriebnahmen zeigt, dass die DWA Empfehlungen in NRW deutliche Impulse für den Neubau von Becken nach dem Stand der Technik gesetzt haben.

Aus der Altersstruktur der Regenbecken in NRW geht hervor, dass 70 % der Anlagen bereits älter als 20 Jahre sind. U.a. weil Empfehlungen zur konstruktiven Gestaltung erst zu einem späteren Zeitpunkt formuliert wurden, ist davon auszugehen, dass viele der Anlagen nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.

Der Verlauf der Inbetriebnahmen von Durchlaufbecken zeigt in BW eine andere Entwicklung gegenüber NRW. In der Datenbank werden die ersten Inbetriebnahmen ab 1970 geführt. Die Entwicklung kennzeichnet sich in BW durch einen kontinuierlicheren Ausbau über den dargestellten Zeithorizont. So werden auch in BW über die letzten Jahre noch Durchlaufbecken gebaut. Hingegen tendiert der Neubau in NRW über die letzten Jahre gegen Null.

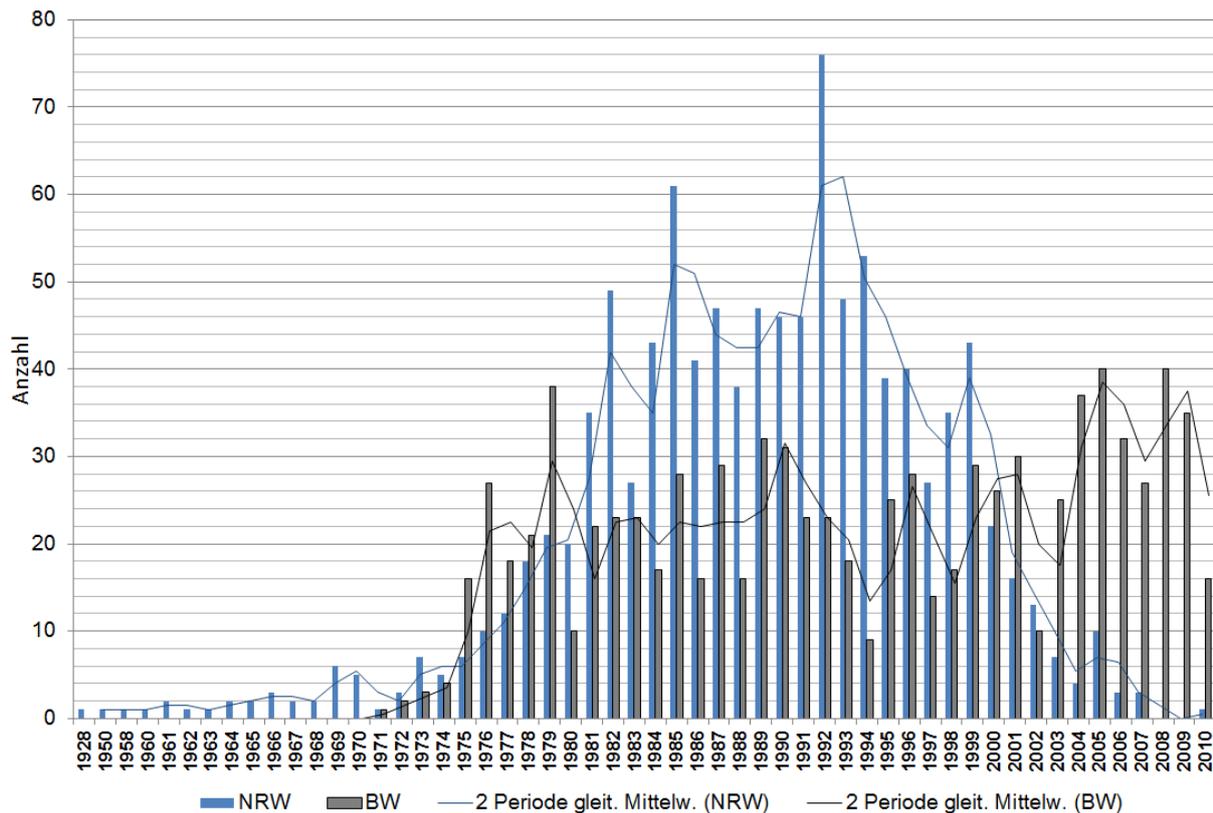


Abbildung 1: Inbetriebnahme der Durchlaufbecken in NRW und BW (Quellen: REBEKA 01/2011 und WIBAS Stand 03/2011)

Abbildung 2 stellt das Speichervolumen der Regenbecken in beiden Bundesländern dar. Eine Auswertung des Speichervolumens bezogen auf die Fläche (spez. Speichervolumen) konnte mangels Datenverfügbarkeit nicht durchgeführt werden. In der Grafik wurden die Beckenvolumen in 100 m³ Schritten zusammengefasst. Es ist zu erkennen, dass in NRW etwa 50 % der Becken ein Speichervolumen kleiner 1.000 m³ aufweisen und 90 % kleiner 4.100 m³. Aus dem Verlauf der Trendlinie (2 Periode gleit. Mittelw.) ist zu erkennen, dass in NRW gegenüber BW insgesamt eine höhere Anzahl an Becken mit einem größeren Speichervolumen vorhanden sind. Die höhere Urbanisierung und Flächenversiegelung in NRW sind mögliche Gründe für diese unterschiedliche Verteilung.

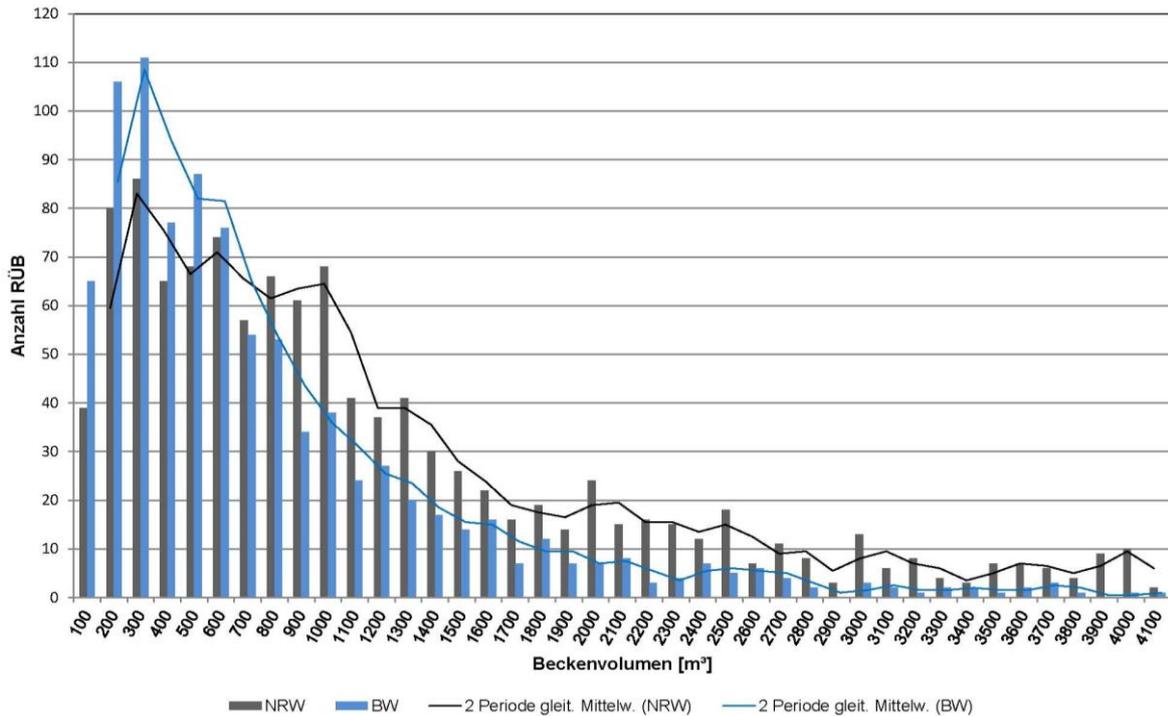


Abbildung 2: Behandlungsvolumina der Durchlaufbecken in NRW und BW

Ein weiteres Kriterium für die Charakterisierung von Regenbecken ist die Bauform. Sowohl Rund- als auch Rechteckbecken sind in Nordrhein-Westfalen erfahrungsgemäß vorhanden. Über ihre Häufigkeit kann jedoch keine Aussage gemacht werden, da in REBEKA diese Informationen nicht geführt wurden. In der WIBAS Datenbank sind Informationen zur Bauform enthalten. Die Verteilung zeigt, dass Rechteckbecken mit ca. 74 % deutlich häufiger vorkommen als Becken in Rundbauweise mit einem Anteil von 26 %.



Abbildung 3: Regenbecken in Rechteck- (links) und Rundbauweise (rechts)

2.2 Bewertung der vorhandenen konstruktiven Lösungen

Auf Grundlage der Bestandsdaten wurden 36 Durchlaufbecken im Nebenschluss ausgewählt, an denen eine Begehung durchgeführt wurde. Die Besichtigung der 24 Rechteck- und 12 Rundbecken diente dazu, die Anlagen zu bewerten und anschließend 6 Anlagen auszuwählen, die in einem orientierenden Monitoring Programm näher untersucht werden sollten.

Für die Bewertung der Anlagen wurde ein punktebasiertes Bewertungssystem erarbeitet. Als Bewertungskriterien wurde die Geometrie, Gestaltung der Einlaufsituation und die Ausführung der Klärüberlaufschwelle mit Tauchwänden herangezogen. Diese Bewertungskriterien stellen konstruktive Faktoren dar, die in einem direkten Zusammenhang mit dem Strömungsverhalten in der Sedimentationskammer stehen. In Folge dessen sind sie für den Sedimentationsprozess und damit für den Wirkungsgrad der Regenbecken von hoher Bedeutung.

Eine Überprüfung der Geometrievorgaben anhand der Vorgaben des DWA-A 166 (2010) hat ergeben, dass das L:T Verhältnis zu 44 % und das B:T Verhältnis zu 50 % erfüllt ist. Das L:B Verhältnis wurde zu 25 % erfüllt. In der Praxis wurden die Vorgaben jedoch häufig überschritten, was zu schmalen und langen Sedimentationskammern führt. Diese Verhältnisse wirken sich durch den längeren Fließweg eher positiv auf die Sedimentationsbedingungen aus. Werden nur die L:B Verhältnisse > 3 betrachtet, weisen immerhin knapp 60 % der Kammern eine theoretische gute Eignung für die Sedimentation auf.

Auch bei der Zulaufgestaltung sind Rechteckbecken oft nicht so konzipiert, dass die gewünschte Strömungsverteilung über den Beckenquerschnitt sowie eine hohe Energiedissipation erreicht wird. Basierend auf den Erkenntnissen im Abschlussbericht von Kemper et al. (2015) besteht ein hohes Potential zur Steigerung der Sedimentationsleistungsfähigkeit von Rechteckbecken (siehe Kapitel 3.3 und 4.3).

Bei Rundbecken wurden die Empfehlungen zur Geometrie etwas weniger häufig überschritten als bei Rechteckbecken. Hier wurden das Verhältnis Durchmesser : Höhe auf Grundlage der Empfehlung LfU (1997) ausgewertet. Daraus geht hervor, dass bei 54% der Anlagen diese Empfehlung eingehalten wird.

Die Zulaufgestaltung ist bei Rundbecken über den tangentialen Zulauf klar definiert, wodurch es seltener als bei Rechteckbecken zu Abweichungen kommt.

Die Anlagenbegehung zeigte weiterhin für beide Bauformen Defizite bei der Gestaltung der Ablaufsituation auf. Die Schwelle werden häufig nicht der Anforderung eines gleichmäßigen Klarwasserabzugs gerecht und bieten verbreitet nicht die Voraussetzungen, um belastbare Entlastungsmessungen durchführen zu können.

Aus den Erhebungen leitet sich ein Optimierungspotential für Durchlaufbecken ab, womit die Abscheideleistung der feinstpartikulären Fracht (AFS_{fein}) gesteigert werden kann. Da bei Rechteckbecken höhere Defizite festgestellt wurden besteht bei diesen ein höherer Handlungsbedarf gegenüber Rundbecken.

2.3 Bestimmung des Feststoffrückhalts von Regenüberlaufbecken

Auf Grundlage der Bestandsdaten, der Anlagenbegehung und der ausgewerteten Entlastungsaktivität wurden 6 Durchlaufbecken im Nebenschluss ausgewählt, die in einem Monitoring Programm auf ihren Feststoffrückhalt untersucht wurden. Es sind 4 Rechteck- und 2 Rundbecken untersucht worden, bei denen möglichst günstige konstruktive und hydraulische Bedingungen gegeben waren. Das Monitoring wurde von 07/2011 bis 08/2012 durchgeführt. In der Summe wurden 66 Entlastungsereignisse beprobt. Für 32 Ereignisse konnte der Sedimentationswirkungsgrad ermittelt werden. Folgende Erkenntnisse sind aus dem Monitoring hervorgegangen:

- Die Feinfraktion (<63 µm) nimmt den höchsten Trockensubstanzanteil an der Gesamtfracht ein. Die Mediane der Feinfraktion betragen in der Füllphase (Zu Füll.) des Regenbeckens 71 %, im Zulauf während der Entlastungsphase (Zu KÜ) 76 % und im Ablauf (Ab KÜ) 88 % (siehe Abbildung 4). Die Verfügbarkeit von Feinmaterial ist permanent vorhanden.

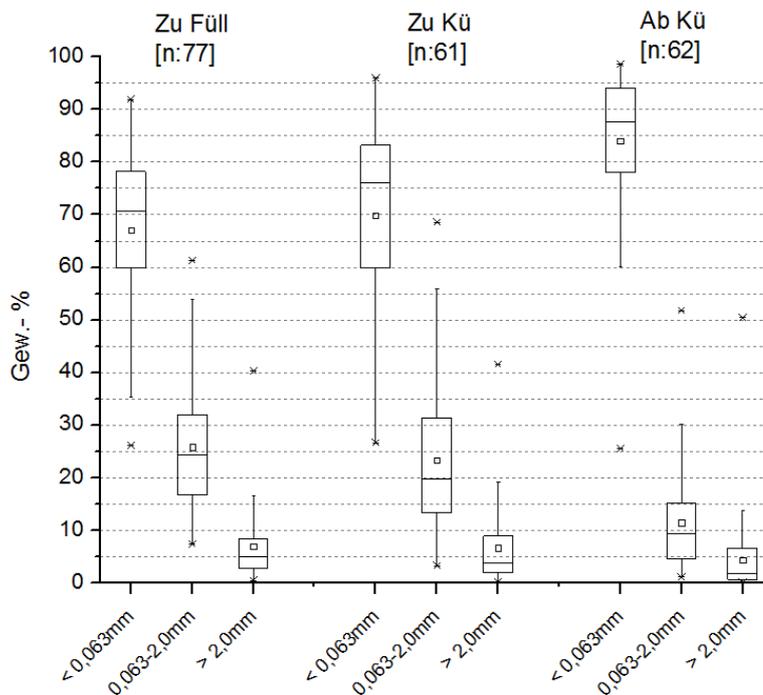


Abbildung 4: Trockensubstanzanteile in Gew.-% für den Zulauf der Füllphase, sowie dem Zu- und Ablauf während der Entlastungsphase (n = Anzahl der Stichproben)

- Die vier Rechteckbecken erzielen für die Feinfraktion einen mittleren Wirkungsgrad von 54 %. Dieser setzt sich aus einem Speicherwirkungsgrad von 22 % und einem Sedimentationswirkungsgrad von 29 % zusammen (siehe Tabelle 1). Die beiden Rundbecken erzielen für die Feinfraktion einen Wirkungsgrad von 46 %. Er setzt sich aus einem Speicherwirkungsgrad von 20 % und einem Sedimentationswirkungsgrad von 21 % zusammen (siehe Tabelle 2).

Angesichts der geringen Beckenanzahl und der geringen Unterschiede zwischen den Becken kann aus der vorliegenden Untersuchung keine Schlussfolgerung für eine Bauform mit systematisch höheren Wirkungsgraden gezogen werden.

Tabelle 1: Wirkungsgrad Rechteckbecken

Rechteckbecken	Anzahl	η	η_{Speicher}	η_{Sed}
Kolbingen	6	29%	26%	2%
Rodt-Müllenbach	11	38%	28%	10%
Wahlscheid	4	70%	18%	47%
Leopoldshafen	4	74%	10%	58%
Median		54%	22%	29%

Tabelle 2: Wirkungsgrad Rundbecken

Rundbecken	Anzahl	η	η_{Speicher}	η_{Sed}
Kuerten-Sülze	5	37%	21%	15%
Grunbach	5	55%	19%	27%
Median		46%	20%	21%

- Bei Rechteckbecken lässt sich ein tendenzieller, jedoch von starken Streuungen geprägter Zusammenhang des Wirkungsgrades von der Oberflächenbeschickung erkennen. Die Daten geben lediglich einen Hinweis darauf, dass ein Zusammenhang zwischen einer geringen hydraulischen Belastung und einem hohen Wirkungsgrad besteht. Die hohe Streuung der Daten schließt jedoch einen monokausalen Zusammenhang aus. Als Hypothese für die offenkundig weiteren Einflussgrößen können die Sinkgeschwindigkeit der Partikel, die Strömungsturbulenz in den Becken sowie die hydraulische und stoffliche Belastungsdynamik gelten. Weder die mittlere noch die maximale Oberflächenbeschickung vermögen diese Größen hinreichend abzubilden.
- Die Sedimentationswirksamkeit von Regenüberlaufbecken steht im Zusammenhang mit ihrer hydraulischen Oberflächenbeschickung. Um einen höheren Wirkungsgrad für den Rückhalt der Feinfraktion zu erzielen, kann die Reduktion der Oberflächenbeschickung von derzeit 10 m/h zur künftigen Bemessung als zielführend gelten. Die Befunde verdeutlichen zudem, dass Überschreitungen des Bemessungswertes vermieden werden müssen.

Konstruktive Mängel an Regenbecken setzen deren Sedimentationswirksamkeit herab. In der Nachrüstung und Optimierung von Durchlaufbecken liegt daher ein hohes Potential zur Verringerung der Einträge von Feststoffen und partikulär gebundenen Nähr- und Schadstoffen in die Fließgewässer.

- Im Zuge des Vorhabens wurden die Feststoffe der an den Regenbecken gezogenen Proben, auf die Parameter Glühverlust, Phosphor, Kupfer, Zink, Cadmium und Blei untersucht. Der Glühverlust ist fraktionsgebunden. In der Feinfraktion liegt der organische Anteil mit 35 % bis 40 % deutlich unterhalb des GV in der Fraktion (0,063 mm bis 2,0 mm) mit 60 % - 70 %. Partikulärer Phosphor ist ebenfalls vorwiegend in der Feinfraktion gebunden und erreicht im Mischsystem mittlere Zulaufkonzentrationen von 7.600 mg/kg (siehe Abbildung 5). Die Mediane von Cu, Zn, und Cd weisen in der Feinfraktion etwa 50% höhere Konzentration gegenüber der Grobfraktion auf.

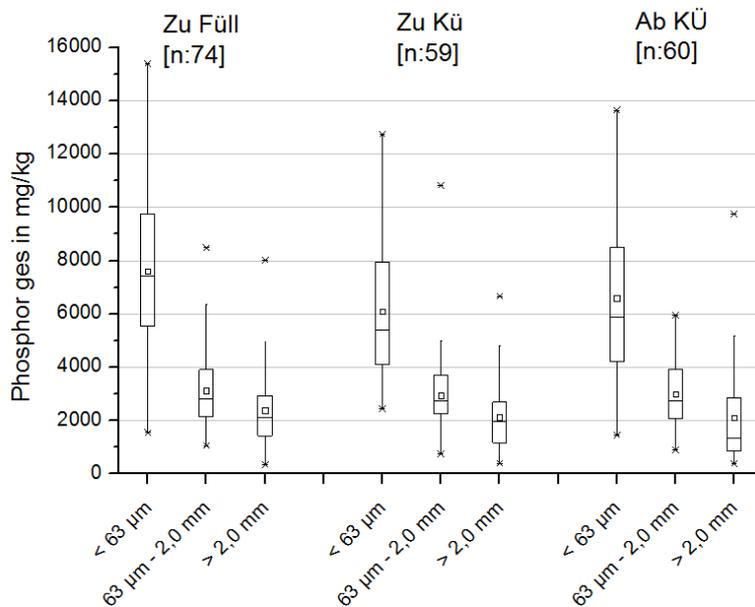


Abbildung 5: Verteilung von Phosphor_{gesamt} in den Feststofffraktionen (n = Anzahl der Stichproben)

2.4 Optimierung von Regenbecken

Im Zuge der Anlagenbegehung wurden verschiedene Defizite an Durchlaufbecken festgestellt, die einen Optimierungsbedarf aufzeigen. Zum Teil begründet sich der Bedarf darauf, dass zur jeweiligen Planungsphase der Stand der Technik noch nicht dem heutigen entsprochen hat.

Im DWA-A 166 (2013) wird der Begriff „Ertüchtigung“ als Instandsetzung, Erneuerung, Modernisierung und Erweiterung von Regenbecken beschrieben. Viele der Modernisierungsmaßnahmen an bestehenden Regenbecken betreffen die Bausubstanz und Instandsetzung bzw. Erneuerung der maschinellen Ausrüstungen (z.B. Austausch von Drosselorganen). Die Ertüchtigung der Regenbecken zur gezielten Verbesserung der Sedimentationsleistung durch konstruktive Maßnahmen wird wenig diskutiert. Zur Optimierung der Gestaltung wird der Hinweis gegeben, dass die Geometrie verbessert werden kann, indem Trennwände in die Sedimentationskammer nachgerüstet werden.

Die Optimierung der Strömungsverteilung und die Energiedissipation (Umwandlung der Energie des Zulaufimpulses) werden von der DWA nicht als Ertüchtigungsmaßnahmen genannt. Diese haben jedoch eine hohe Relevanz für die gleichmäßige Durchströmung des Beckenquerschnitts, die Fließgeschwindigkeiten und damit auf die Absetzwirkung der Regenbecken. Insbesondere der Zusammenhang zwischen den konstruktiven Bedingungen und der Wirksamkeit wurden in den Großtechnischen Versuchen in Kemper et al. (2015) genauer untersucht. Somit unterstreichen die Ergebnisse aus den Feldversuchen und Labormessungen die Optimierung aus hydraulischer Sichtweise.

Im Folgenden wurden beispielhaft einige Zulaufvarianten herausgegriffen die bei der Begehung vorgefunden wurden und bei denen ein Potential zur Ertüchtigung gesehen wird. Einige Empfehlungen entstammen der im Abschlussbericht genannten Literatur, andere beruhen auf theoretischen Überlegungen. Ein Nachweis oder eine Abschätzung zur Verbesserung des Sedimentationswirkungsgrades für die hier vorgeschlagenen Maßnahmen konnte in diesem Vorhaben nicht erbracht werden. Für die bestehenden Konstruktionen

werden Ertüchtigungsmaßnahmen vorgeschlagen, die darauf zielen, die Energiedissipation zu erhöhen und eine Verteilung des Zuflusses über den Beckenquerschnitt zu erbringen. Die linke Abbildung zeigt jeweils den Ausgangszustand und die rechte Abbildung in Rot gekennzeichnet einen Vorschlag zur Nachbesserung der Konstruktion. Erläuterungen zu den Maßnahmen sind dem Abschlussbericht zu entnehmen.

- Maßnahme zur Steigerung der Energiedissipation von Prallblechen/Prallteller (Abbildung 6)
- Maßnahme zum Umbau eines Rohrzulaufes mit dem Ziel einer gesteigerten Energiedissipation und Strömungsverteilung über eine hoch liegende Schwelle (Abbildung 7)
- Maßnahme zur Regulierung einer schräg angeströmten Schwelle mit dem Ziel einer gesteigerten Energiedissipation und Strömungsverteilung mit Hilfe einer geschlitzten Wand oder Rohröffnungen (Abbildung 8)
- Rückbaumaßnahme einer zulaufseitigen Tauchwand mit dem Ziel der Vermeidung von Remobilisierungsprozessen verursacht durch erhöhte sohlennahe Fließgeschwindigkeiten (Abbildung 9)
- Maßnahme zur Regulierung der Strömung mit Hilfe einer Strömungsleitwand und Verlegung des Klarwasserabzugs in den empfohlenen 4ten Quadranten (Abbildung 10)
- Nachrüstung von Schrägklärerelementen

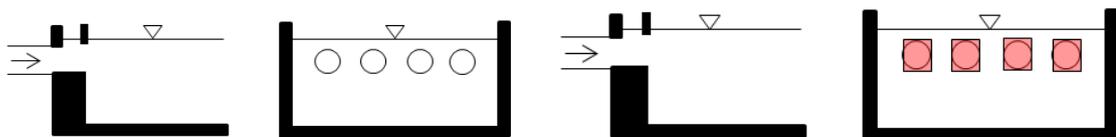


Abbildung 6: Maßnahme zur Steigerung der Energiedissipation mittels Prallblechen

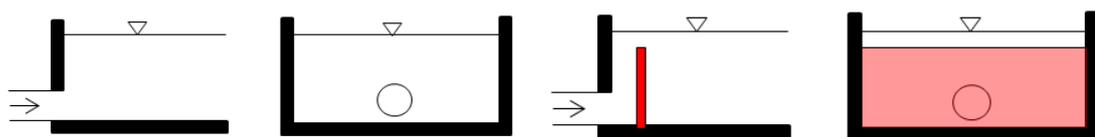


Abbildung 7: Maßnahme zum Umbau eines Rohrzulaufes mit dem Ziel einer gesteigerten Energiedissipation und Strömungsverteilung über eine hoch liegende Schwelle



Abbildung 8: Maßnahme zur Regulierung einer schräg angeströmten Schwelle mit dem Ziel einer gesteigerten Energiedissipation und Strömungsverteilung mit Hilfe einer geschlitzten Wand oder Rohröffnungen



Abbildung 9: Rückbaumaßnahme einer zulaufseitigen Tauchwand mit dem Ziel der Vermeidung von Remobilisierungsprozessen verursacht durch erhöhte sohnnahe Fließgeschwindigkeiten

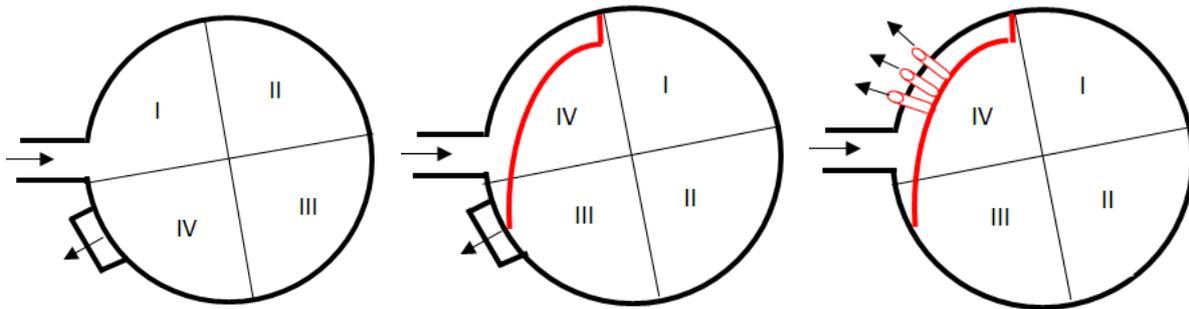


Abbildung 10: Maßnahme zur Regulierung der Strömung mit Hilfe einer Strömungsleitwand und Verlegung des Klarwasserabzugs in den empfohlenen 4ten Quadranten

3 Überwachung von Regenbecken

3.1 Stand und Funktion vorhandener Messtechnik

In diesem Vorhaben wurden Begehungen an 36 Regenbecken in NRW und BW durchgeführt. Während der Anlagenbegehungen konnte für beide Länder festgestellt werden, dass die Messtechnik an einzelnen Rechteck- und Rundbecken, sofern überhaupt in ausreichender Anzahl vorhanden, nicht entsprechend üblicher Empfehlungen installiert wurde.

Die Begehung offenbart mit Blick auf deren messtechnische Ausrüstung zum Teil deutliche Unterschiede, die, so muss unterstellt werden, aufgrund unterschiedlicher Anforderungen an die Messziele diesen Status quo bedingen. Es ist in einzelnen Fällen nachvollziehbar, dass Becken mit nur einer Sonde und nicht mit weiterer kostenintensiver Messtechnik ausgerüstet werden, sofern lediglich Füllstände und Benutzungszeiten ermittelt werden sollen.

Ist der Bedarf für einen höheren Aufwand bzgl. der messtechnischen Ausrüstung an den Anlagen gegeben, um Entlastungsdauern zu ermitteln, sind die auf diesem Weg in der Regel errechneten Daten zu Entlastungsmengen durchaus kritisch zu bewerten. Viele Störeinflüsse können diese Daten beeinflussen mit dem Ergebnis, dass ein hoher Aufwand für die Ermittlung von Messdaten getrieben wird, die Qualität dieser Daten jedoch fraglich ist. Die Art der Messtechnik, die Installationsweise bzw. der Montageort, die Konfiguration und die Prüfung der Technik sind daher für die Aufzeichnung der Entlastungsaktivität von Regenbecken von großer Bedeutung. Des Weiteren verbergen sich dahinter vielfältige und hohe Ansprüche, für die das Personal einer Kläranlage oder Gemeinde mitunter nicht ausgebildet ist. Auch wenn externe Fachleute mit den Installationen der Messeinrichtungen beauftragt werden, ist nicht zwingend sichergestellt, dass auch entsprechende Wartungsverträge abgeschlossen werden. Ein Teil der Betreiber verlässt sich also dauerhaft auf die eingebauten und ggf. einmalig kalibrierten Messsysteme und diese werden dann nur

auf Veranlassung - z. B. bei einem Totalausfall - überprüft. Die Qualität der bis dahin ermittelten Messdaten ist daher fraglich. Wollte man ernsthaft die Entlastungsaktivität erheben, müssten bei sehr vielen Anlagen zusätzlich die Klärüberlaufschwelle nachgebessert und mit zusätzlicher Messtechnik ausgestattet werden. Darüber hinaus erscheint es notwendig, klare Zuständigkeiten für die Auswertung und Wartung zu übergeben. Auf diese Weise könnte zumindest ein vergleichbarer Ausrüstungszustand im Land erreicht werden, der ansatzweise die Vergleichbarkeit erhobener Messdaten zulassen könnte. Dies kann jedoch nur sukzessive umgesetzt werden.

3.2 Messeinrichtung an Regenbecken

Insbesondere die Ablaufsituation und Messtechnik wurde bei der Begehung genauer in Augenschein genommen und bewertet. Mehrfach wurde festgestellt, dass die Anordnung und Anströmung der Entlastungsschwelle konstruktive Mängel aufweist und auch die Messtechnik zum Teil fehlerhaft installiert ist. Überwiegend handelt es sich um Problemstellungen, die auch aus der Überwachungspraxis bereits bekannt sind und in der Fachwelt vielfach diskutiert werden.

Nach einer Stellungnahme der Behördenvertreter 2011 zeichnet sich rückblickend auf die letzten zehn Jahre jedoch eine zunehmende Verbesserung der Situation im Hinblick auf die Qualität der Messtechnik an Mischwasserbehandlungsanlagen ab. Nach wie vor ist jedoch verstärkt darauf hinzuwirken, dass Messeinrichtungen gewartet, Messdaten systematisch ausgewertet und ggf. erforderliche Maßnahmen zur Optimierung des Einstau- und Entlastungsverhaltens umgesetzt werden. Entsprechende Hinweise und Auswertemethoden sind in der Fachliteratur beschrieben.

Die Weiterentwicklung hin zu einer soliden messtechnischen Ausstattung von Regenbecken und einer Überwachung des Betriebsverhaltens wird in NRW insbesondere mit der 2013 in Kraft getretenen Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen (SüwVO Abw) noch einmal unterstützt.

Empfehlungen zum Betrieb, zur messtechnischen Ausrüstung und zur Überprüfung von Regenbecken sind in zahlreichen technischen Regelwerken aufgeführt. Eine Zusammenstellung von Anforderungen an die Messtechnik und Entlastungsbauwerke konnte bereits Bosseler et al. (2001) entnommen werden. Hier sind im Wesentlichen die einschlägigen Arbeits- und Merkblätter des DWA-Regelwerks dargestellt.

Einheitliche Gestaltungsgrundsätze und Hinweise für die Planung, Überprüfung und Auswertung entsprechender Messeinrichtungen, vergleichbar den Anforderungen nach LUA-NRW (2003-2) an Drosseleinrichtungen von Regenbecken und Kläranlagen, existieren in Nordrhein-Westfalen bisher nicht.

Für Bayern wurde ein Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb von Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken im Auftrag des BayLfW (2001) vom Projektpartner UFT erarbeitet. Darüber hinaus existiert vom bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU Bayern) ein Merkblatt für die Prüfung und Wertung von Messdaten an Regenbecken LfUBay (2012).

Mit Blick auf das Regelwerk der DWA muss konstatiert werden, dass lediglich das Arbeitsblatt A 128 (1992) der DWA noch unverändert ist und Gültigkeit besitzt und jetzt die Erfahrungen der letzten Jahre in unterschiedlichen Regelwerken der DWA Berücksichtigung finden. Für die Planung, den Bau und den Betrieb bzw. die Überwachung von Regenbecken sind aktuell die folgenden Arbeitsblätter und Merkblätter der DWA zu berücksichtigen

- Arbeitsblatt DWA-A 166 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung (November 2013).
- Merkblatt DWA-M 181 Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen (September 2011)
- Merkblatt DWA-M 151 Messdatenmanagementsysteme (MDMS) in Entwässerungssystemen (August 2014)

Für die Überwachung von Regenbecken sollten folgende Größen messtechnisch erfasst werden (vgl. DWA-A 166):

- Wasserstände im Oberwasser von Überlaufschwelen zur Ermittlung der Entlastungsaktivität (Überlaufhäufigkeiten und -dauer) und zur orientierenden Abschätzung der Entlastungsabflüsse und -wassermengen,
- Wasserstände im Trennbauwerk und in der Speicherkammer zur Steuerung von Aggregaten,
- Drosselabflüsse zur Regelung und Überwachung des Drosselorgans.

Die im Oktober 2013 in Nordrhein-Westfalen eingeführte Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVO Abw), welche die Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) aus dem Jahr 1995 ersetzt, schreibt nunmehr vor, dass grundsätzlich bei Regenüberlaufbecken kontinuierlich aufzeichnende Wasserstandsmessgeräte einzubauen sind und durch geeignete Auswertungen der Füllstände und Benutzungszeiten Überlaufmengen, -dauer und -häufigkeit zu ermitteln sind. Diese Vorgehensweise korrespondiert mit den Vorschlägen im DWA-M 181 (2011), welches Messungen zum Entlastungsverhalten von Regenüberlaufbecken als Dauermessungen einstuft und eine kontinuierliche Aufzeichnung von Messdaten empfiehlt. Vergleichbares gilt für die Überprüfung von Drosseleinrichtungen an Regenbecken. Hier schreibt die SüwVO Abw einen Kontrollrhythmus von 5 Jahren in Form einer hydraulischen Prüfung vor, die in DWA-M 181 als Kurzzeitmessungen eingestuft werden.

Grundsätzlich sollten die Geräte bzw. Einrichtungen zur Wasserstands- und Durchflussmessung eine möglichst hohe Messgenauigkeit aufweisen und mechanisch robust sein. Die Qualität der gemessenen Daten hängt nicht allein von der Auswahl und Genauigkeit der Messgeräte ab. Vielmehr können deren Wartung und Kalibrierung im Betrieb sowie die hydraulischen Randbedingungen hierfür von entscheidender Bedeutung sein. Gemäß DWA-A 166 (2013) sind regelmäßige Funktionskontrollen und Plausibilitätsprüfungen unerlässlich und daraus resultierende Folgekosten bereits bei der Planung der Messausrüstung zu berücksichtigen.

Hervorzuheben ist darüber hinaus, dass in DWA-A 166, Kapitel 10.1.4 betont wird, dass bereits bei der Planung einer Messstelle die Weichen für deren Messqualität und Überprüfbarkeit gestellt werden und vor diesem Hintergrund die Anforderungen an die Qualifikation des Bauwerksplaners zu definieren sind.

*„Die erzielbare Genauigkeit einer Messung, die Ausfallsicherheit sowie der Aufwand für Betrieb und Wartung hängen maßgeblich von der Anordnung und Gestaltung der Messstelle ab. Die genaue Positionierung von Messeinrichtungen muss daher bereits im Zuge der Bauwerksplanung festgelegt werden. Bei anspruchsvolleren Messaufgaben müssen im Rahmen der Bauwerkskonstruktion günstige hydraulische Randbedingungen geschaffen werden. **Die Planung der Messstellen liegt daher in der Verantwortung des Bauwerksplaners.** Sie ist eine Ingenieurleistung, die vertiefte Kenntnisse der Hydraulik, des Beckenbetriebs und der Messtechnik voraussetzt. Für komplexe Messaufgaben sind*

Fachexperten hinzuzuziehen. Keinesfalls sollte die Planung der Messstellen und der Messeinrichtungen erst vom elektrotechnischen Fachplaner wahrgenommen werden.“ DWA-A 166 (2013)

Eine wichtige Schnittstelle nach der Planung und dem Bau der Messstelle im Übergang zum Betrieb bilden die **Funktionsprüfung** und der **Probetrieb** für Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, die als neue Elemente in DWA-A 166 eingeführt wurden. Für die Planung einer reibungslosen Übergabe des Bauwerks mit seinen technischen Einrichtungen sowie den Messstellen an den Betreiber, ist weiterhin der **Bauwerkplaner verantwortlich**.

Mit Blick auf die Erfassung und Archivierung von Messdaten, insbesondere zur Beurteilung des Anlagenverhaltens, werden in DWA-A 166 Hinweise zum Umgang mit den gewonnenen Messdaten gegeben und bei einer größeren Anzahl von Messeinrichtungen innerhalb eines Entwässerungssystems vorgeschlagen ein Messdatenmanagementsystem (MDMS) einzurichten, das Erfassung, Prüfung und Korrektur, Dokumentation und Archivierung großer Datenmengen sowie den Austausch mit anderen Systemen ermöglicht.

Das entsprechende Merkblatt der DWA, das M 151 ist im August 2014 erschienen. Ziel des Merkblattes ist es, Anwendern, Administratoren und Betreibern, Entwicklern und Herstellern, Planern und Aufsichtsbehörden grundlegende Informationen und Hilfestellungen insbesondere zu Konzeption, Aufbau, Pflege, Anwendung und Fortschreibung von MDMS sowie zum Datentausch und Integration in bestehende Softwareumgebungen (z. B. vorhandene Prozessleitsysteme, Kanal- und Betriebsinformationssysteme, Abrechnungs- und Simulationsprogramme) zu geben (vgl. DWA-M 151).

3.3 Online Monitoring

Vor dem Hintergrund eines breiten Einsatzgebietes von Online-Konzentrationsmessungen wurden UV/VIS-Spektrometersonden des Herstellers s::can getestet. Sie ermöglichen die Aufzeichnung stofflicher Parameter an Mischwasserentlastungen in hoher zeitlicher Auflösung. Die Sonden wurden primär eingesetzt, um Betriebserfahrungen zu sammeln.

Die Qualität der Messergebnisse ist stark von der Kalibrierung der Sonden abhängig. Voraussetzung für eine Etablierung von UV/VIS Sonden an Regenbecken wäre daher, dass Hersteller eine „globale Kalibrierung“¹ zur Verfügung stellen mit der die Sonden betrieben werden können. Eine lokale, an den Standort angepasste Kalibrierung wie es im Vorhaben durchgeführt wurde stellt einen hohen Aufwand dar, den Betreiber im Normalfall nicht leisten können.

Bei regelmäßiger Kalibrierung und Wartung können UV/VIS Spektrometersonden lückenlose Datenaufzeichnungen über die Emissionen zahlreicher Parameter liefern und somit einen neuen Erkenntnisgewinn erbringen. Die hohe zeitliche Auflösung der Messdaten ist gegenüber der stichprobenbezogenen Probenahme von Vorteil. Die Messkampagnen in NRW und BW zeigten, dass die Ermittlung von Frachten auf Basis erfasster Messdaten teils große Unsicherheiten aufweisen.

Unter Einsatz von speziell ausgebildetem Fachpersonal und guten Randbedingungen können gute Messergebnisse erzeugt werden. Demgegenüber stehen jedoch sehr hohe

¹ Globale Kalibrierung: „Anpassung der s::can Spektrometersonde auf häufig auftretende Anwendungsbereiche bzw. Messmedien (z.B. Trinkwasser, Kläranlagenablauf)“ s::can (2007)

Anschaffungskosten (UV/VIS Messsystem incl. Peripherie ca. 20.000,- €, Stand: 2011) sowie hohe Zeit und Kostenaufwendungen für Installation, Kalibrierung, Wartung sowie Datenauswertung. Diese Faktoren machen Spektrometersonden für einen Dauereinsatz an Regenbecken aktuell noch uninteressant.

4 Literaturverzeichnis

BayLfW (2001): Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken - Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb; Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Herausgeber und Verlag), München 2001

Bosseler, B., Birkner, T., Cremer, S. (2001): Durchflussmesseinrichtungen von Regenentlastungsbauwerken – Abschlussbericht des IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, Gelsenkirchen, Juli 2001

DWA (2013): REFENI - Reduktion des Feststoffeintrages durch Niederschlagswassereinleitungen, Abschlussbericht Phase 1. Beauftragt vom MKULNV NRW. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2013.

DWA-M 151 (2013): Messdatenmanagement in Entwässerungssystemen - Entwurf Juni 2013, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2013.

DWA-A 166 (2010): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2013.

DWA-M 181 (2011): Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2011

IT.NRW (2013): http://www.it.nrw.de/presse/pressemitteilungen/2013/pres_156_13.html abgerufen am 24.10.2013

Kemper, M., Fuchs, S., Vosswinkel, N., Mohn, R., Uhl., M., Rehtien, S., Weiß, G. (2015): Optimierung der Leistungsfähigkeit von Regenüberlaufbecken mittels Schrägklärertechnologie. Im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

LfU (1997): Handbuch Wasser 4 „Wirtschaftlicher Aspekte bei Gestaltung, Konstruktion und Ausrüstung von Regenbecken. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU Bayern (2012): Merkblatt Nr. 4.3/14 - Messdaten von Regenüberlaufbecken Leitfaden für ihre Prüfung und Wertung. Stand: 17.07.2012, http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4_oberirdische_gewaesser/doc/nr_4_314.pdf, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayern

LUA-NRW (2003-2): Fachberichte LUA NRW 6/2003, Technische Informationen zur Drosselkalibrierung – Teil 2 (Anlage): Praxisbezogener Überblick über Drosselanlagen und ihre technische Überprüfung - Abschlussbericht. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen http://www.lua.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fach_2003_06/fab6_03teil2.pdf

s::can Messtechnik GmbH (2007): Handbuch s::can Spektrometersonde Version 1.0

SüwV Kan (1995): Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal – SüwV Kan), vom 16. Januar 1995 (GV. NRW. S. 64/ SGV NRW. 77)

SüwVO Abw (2013): Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser - SüwVo Abw vom 17. Oktober 2013; (Gesetz- und Verordnungsblatt (GV. NRW.), Ausgabe 2013 Nr. 33 vom 8.11.2013 Seite 601 bis 612