RÜB-BW
DWA-LANDESVERBAND Baden-Württemberg
Optimierte Anlagen. Optimaler Nutzen!

Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft

DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.
Landesverband
Baden-Württemberg

Regenbecken im Mischsystem: Umgang mit Messdaten und Qualitätssicherung

Handlungsempfehlung für Betreiber und Ingenieurbüros

G. WEISS | S. FUCHS | W. LIEB | S. BAIER | U. HAAS

IMPRESSUM

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) ist in Deutschland die fachliche Instanz für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein.

Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Normung, Beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein.

Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

Ein zentraler Bereich der DWA-Arbeit sind die Angebote zur beruflichen Bildung. Hier sind besonders die Kläranlagen- und Kanal-Nachbarschaften zu erwähnen. Zwei- bis viermal im Jahr kommt das Betriebspersonal wechselseitig auf den Kläranlagen oder Kanalbetrieben zum Erfahrungsaustausch und zur Fortbildung zusammen.

RÜB BADEN-WÜRTTEMBERG
ist eine Gemeinschaftsinitiative des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und des DWA-Landesverbandes mit dem Ziel, alle wasserwirtschaftlichen Akteure bei der Optimierung der Regenwasserbehandlung zu unterstützen.

Die Plattform mit ihrem Netzwerk aus Planern, Betreibern, Behörden und Hochschulen dient der Bewusstseinsbildung, Wissensvermittlung und Erarbeitung von praxisnahen Hilfestellungen für die Optimierung des Betriebs von Regenbecken. Dem Nachbarschaftsmodell mit seinem in der Praxis geprüften Wissen und dem Sichtbarmachen von best practice kommt eine besondere Bedeutung zu.

© DWA-Landesverband Baden-Württemberg, 2025

Herausgeber und Verlag:
DWA-Landesverband Baden-Württemberg

Autoren:
Gebhard Weiß, UFT GmbH *Schriftleitung*,
Stephan Fuchs, Karlsruher Institut für Technologie,
Wolfgang Lieb, Wolfgang Lieb Ingenieurberatung,
Samuel Baier, Zweckverband Abwasserreinigung Gäu-Ammer,
Ulrich Haas, Infraconsult GmbH

Redaktion:
Fabian Brunner, DWA-Landesverband Baden-Württemberg

Verantwortlich im Sinne des Presserechts:
Tobias Reinhardt,
DWA-Landesverband Baden-Württemberg,
Rennstraße 8, 70499 Stuttgart,
Telefon: +49 (0)711 99589-100,
Mail: info@dwa-bw.de, www.dwa-bw.de

Gestaltung und Realisation:
Schröter Werbeagentur GmbH, Mülheim an der Ruhr

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

ISBN 978-3-96862-910-0

Zitiervorschlag:
Weiß, G. et al. (2025): Regenbecken im Mischsystem – Umgang mit Messdaten und Qualitätssicherung: Handlungsempfehlung für Betreiber und Ingenieurbüros. 1. Auflage. Stuttgart: DWA-Landesverband Baden-Württemberg (Hrsg.).

Titel/Fotos: © Samuel Baier (4)

VORWORT DES DWA-LANDESVERBANDS

Seit 2017 hat der DWA-Landesverband Baden-Württemberg bereits mehrere Veröffentlichungen zum Thema Regenüberlaufbecken im Mischsystem herausgegeben. Das vorliegende Werk konzentriert sich gezielt auf den Umgang mit Messdaten. Zwar wurde dieser Aspekt bereits in früheren Werken behandelt, die aktuelle Publikation geht jedoch deutlich tiefer auf die Thematik ein. Sie liefert Hintergrundinformationen und konkrete Hilfestellungen für Betreiber von Regenüberlaufbecken, die mit messtechnischer Ausstattung arbeiten.

In den vergangenen Jahren wurden erhebliche Investitionen in die messtechnische Ausstattung getätigt. Im Sommer 2025 waren bereits 75 % der Regenüberlaufbecken (RÜB) in Baden-Württemberg mit entsprechender Technik ausgerüstet. Zahlreiche Gemeinden und Kommunen haben den routinierten Umgang mit der Technik und den gewonnenen Messdaten fest in ihre Arbeitsabläufe integriert, was erfreuliche Fortschritte zeigt. Gleichzeitig eröffnet sich für andere Kommunen und Betreiber noch viel Entwicklungspotenzial, um ebenfalls von den Vorteilen eines professionellen Datenmanagements zu profitieren und die Qualität und damit die Nutzbarkeit der Entlastungsdaten weiter zu steigern.

Genau hier setzt dieses Werk an. Es gibt praxisnahe Hinweise zum Umgang mit den Messstellen und den gewonnenen Daten sowie zu deren weiterer Verarbeitung. Der Fokus liegt dabei auf der Sicherstellung der korrekten Messwerterfassung, der Sensibilisierung für die Nutzung der Messdaten und den notwendigen Schritten zur Qualitätssicherung.

Auch wenn die Auseinandersetzung mit der Messtechnik, den direkten Messdaten und den aggregierten Daten einen nicht unerheblichen Zeitaufwand bedeutet, ist sie essenziell, um verlässliche und belastbare Entlastungsdaten der RÜB zu gewährleisten. Nur so kann ein sicherer, rechtskonformer und wirtschaftlicher Betrieb der Regenüberlaufbecken im Mischsystem ermöglicht werden. Dies wiederum ist die Grundlage für einen effizienten Gewässerschutz.

Mein besonderer Dank gilt den Autoren Dr. Gebhard Weiß, PD Stephan Fuchs, Wolfgang Lieb, Ulrich Haas und Samuel Baier, die mit ihrem umfangreichen Erfahrungsschatz diesem Werk erst die notwendige Tiefe und Praxisnähe verliehen haben. Ebenso möchte ich Prof. Ulrich Dittmer für seine wertvollen Impulse und Anregungen sowie seine engagierte Beteiligung an den inhaltlichen Diskussionen hervorheben. Zum Abschluss möchte ich dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg für die finanzielle Förderung und Unterstützung bei der Ausarbeitung dieses Werks herzlich danken.

Tobias Reinhardt

Geschäftsführer des DWA-Landesverbands Baden-Württemberg

INHALT

	VORWORT	01
1	**EINFÜHRUNG**	04
2	**GRUNDLAGEN: BAUWERKE DER MISCHWASSERBEHANDLUNG**	08
2.1	BAUWERKSARTEN UND IHRE FUNKTION	08
2.2	ÜBERWACHUNG DES EINSTAU- UND ÜBERLAUFVERHALTENS	12
2.2.1	Allgemeines	12
2.2.2	Beispiel 1: Fangbecken oder Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung	14
2.2.3	Beispiel 2: Rechteckiges Nebenschlussbecken	15
2.2.4	Beispiel 3: Rundbecken als Durchlaufbecken im Hauptschluss	16
2.2.5	Regenüberläufe	17
2.2.6	Selbstregulierende Entlastungsorgane	18
2.2.7	Wie viele Sonden sind nötig?	18
3	**ASPEKTE DER QUALITÄTSSICHERUNG VON MESSDATEN**	20
3.1	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE QUALITÄT DER MESSDATEN: WAS SOLLTE DER BETREIBER TUN?	20
3.2	REGELMÄSSIGE ÜBERPRÜFUNG DER SENSOREN UND DOKUMENTATION	21
3.3	STICHPROBENARTIGE NACHVERFOLGUNG VON MESSWERTEN UND BETRIEBSZUSTÄNDEN	23
3.4	KONDENSATION DER DATEN ZU RÜB-PROTOKOLLEN	24
3.5	UMGANG MIT MESSAUSFÄLLEN	26
3.6	BAUWERKSSTECKBRIEF ZUR ZUORDNUNG DER KONSTRUKTIVEN GESTALTUNG	27
3.7	FREIGABE GEPRÜFTER DATEN DURCH DEN BETREIBER	28
4	**INTERPRETATION VON MESSDATEN MITTELS GANGLINIEN**	**30**
4.1	ALLGEMEINES	30
4.1.1	Trockenwetter-/Regenwetterfall – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Nur eine Wasserstandsmessung	30
4.1.2	Regenwetterfall – Durchlaufbecken im Hauptschluss (DBHS) – Nur eine Wasserstandsmessung	31
4.1.3	Regenwetterfall – Fangbecken im Nebenschluss (FBNS) – Zwei Wasserstandsmessungen	32
4.1.4	Trockenwetter-/Regenwetterfall – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung, eine Durchflussmessung am Drosselorgan	33

4.2	SONDERFÄLLE/AUFFÄLLIGKEITEN	34
4.2.1	Sonderfall Drosselverlegung – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung	34
4.2.2	Sonderfall Fehlmessung infolge Blockdistanzunterschreitung – Eine Wasserstandsmessung	34
4.2.3	Sonderfall schwingende Stauklappe – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung	35
4.2.4	Sonderfall Messfehler als Ausreißer – Eine Wasserstandsmessung	36
4.2.5	Sonderfälle Drift und Nullpunktverschiebungen – Eine Wasserstandsmessung	36
5	**PRAKTISCHE ANWENDUNG**	37
5.1	ALLGEMEINES	37
5.2	PRÜFUNTERLAGEN	37
5.3	VORGANG DER MESSDATENPRÜFUNG	38
5.4	BEISPIEL: RÜB OHNE STEUER- UND REGELTECHNIK (RÜB 1)	38
5.4.1	Informationen zum Becken	38
5.4.2	Prüfmöglichkeiten	39
5.5	BEISPIEL: RÜB MIT STEUER- UND REGELTECHNIK (RÜB 2)	40
5.5.1	Informationen zum Becken	40
5.5.2	Ganglinien	41
5.5.3	Prüfung: Drosselorgan	42
5.5.4	Prüfung: Beckenentleerung	42
5.5.5	Prüfung: Beckenreinigung	43
5.5.6	Sondenprüfung	44
5.5.7	Trockenwettergang	44
5.6	SCHLUSSFOLGERUNG	45
6	**FAZIT**	46
7	**LITERATUR**	47
8	**ANHANG: ANLAGEN- UND STEUERBESCHREIBUNG FÜR DAS BEISPIELBECKEN RÜB 2**	49
8.1	ANLAGENBESCHREIBUNG ALLGEMEIN	49
8.1.2	Standort	49
8.2	GRENZWASSERSTÄNDE	49
8.3	MESSWERTE	50
8.4	STEUERBESCHREIBUNG	51
8.4.1	Drosselorgan	51
8.4.2	Beckenentleerung	51
8.4.3	Beckenreinigung	52

1 EINFÜHRUNG

Baden-Württemberg wird zu 83 % im Mischsystem entwässert. Im Jahr 2022 waren 7.689 Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle mit einem Gesamtvolumen von 4,329 Mio. m³ in Betrieb (Dettmar und Weiß 2025). Daneben gibt es noch 3.828 Regenüberläufe ohne anrechenbares Stauvolumen. Mit dem Bau und dem Betrieb dieser Anlagen wurde flächendeckend ein deutlich sichtbarer Beitrag zum Gewässerschutz geleistet, der natürlich mit erheblichen Kosten verbunden war und ist. Müsste man den über 50 Jahre gewachsenen Bestand mit einem Gesamtspeichervolumen von etwa 4 Mio. m³ zu heutigen Bedingungen neu erstellen, wären dafür Investitionen von 6 bis 8 Mrd. € erforderlich. Angesichts dieser Zahlen und der Bedeutung der Mischwasserbehandlung für den Gewässerschutz ist es erstaunlich, dass wir bis heute vergleichsweise wenig über das Verhalten der einzelnen Anlagen wissen.

Aktuelle Berechnungen mit dem Flussgebietsmodell METRIS BW (LUBW 2025), mit dem flächendeckend die Nährstoff- und PAK-Einträge in die Oberflächengewässer Baden-Württembergs berechnet werden, unterstreichen die große Relevanz von Mischwasserentlastungen. Für den Parameter Gesamtphosphor werden ca. 19 % der mittleren jährlichen Einträge durch Mischwasserentlastungen verursacht. Für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK16) liegt der Anteil im Mittel bei etwa 25 %. Abbildung 1 zeigt die prozentuale Zusammensetzung des Gesamtabflusses der Oberflächengewässer Baden-Württembergs, des aus Siedlungsgebieten eingeleiteten Abflusses sowie der Gesamteinträge für Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor sowie für die PAK16.

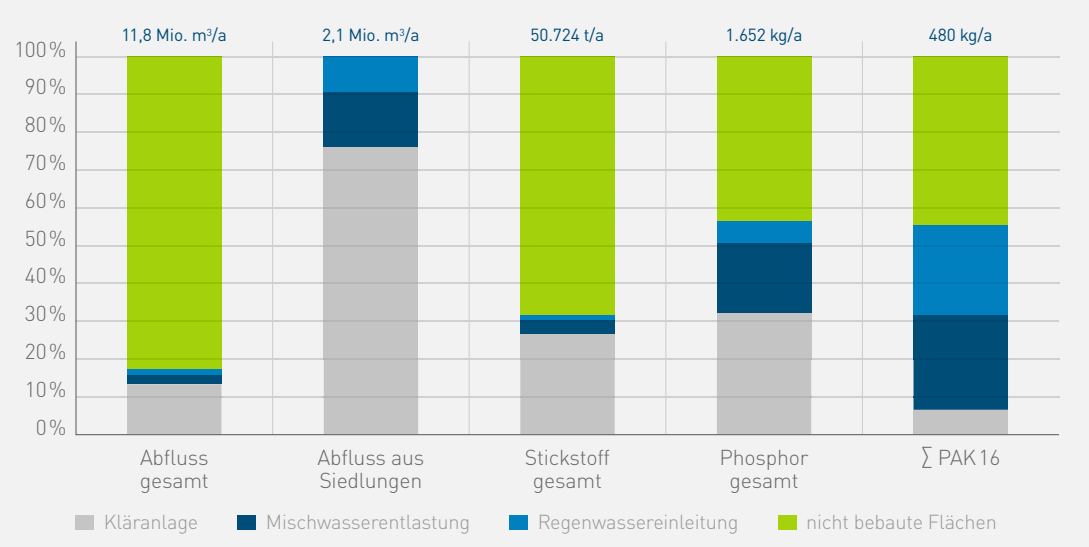

Abbildung 1: Anteil der Abflüsse und Stofffrachten aus urbanen und nicht bebauten Flächen in den Oberflächengewässern Baden-Württembergs

Im Mittel beträgt der über Mischwasserentlastungen in die Gewässer Baden-Württembergs eingeleitete Anteil des gesamten Abwasservolumens (Kläranlagenabläufe, Regen- und Mischwasserentlastungen) nur 14 %. Der Anteil am Gesamtabfluss beträgt nur 2,5 %. Da über diesen vergleichsweise kleinen Abflussanteil ein bedeutender Anteil der mittleren Stoffeinträge realisiert wird und davon auszugehen ist, dass regional deutlich von mittleren Bedingungen abweichende Verhältnisse auftreten können, ist eine individuelle Betrachtung der Entlastungsanlagen unabdingbar. Handlungserfordernisse können nur erkannt und in zielgerichtete Maßnahmen umgesetzt werden, wenn die Daten zum Betrieb von Regenüberlaufbecken erhoben, geprüft und ausgewertet werden.

Es ist daher folgerichtig, dass das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Jahr 2018 alle Betreiber von Mischwasserbehandlungsanlagen aufgefordert hat, ihre Regenüberlaufbecken in Mischsystemen mit Messeinrichtungen zur Erfassung des Beckenwasserstandes auszustatten (Baden-Württemberg 2018). Im Jahr 2024 sollte die Beckenausrüstung nach diesem Erlass flächendeckend abgeschlossen sein. Tatsächlich sind bis heute, 2025, ca. 75 % aller RÜB mit entsprechenden Messeinrichtungen ausgerüstet. Dies ist ein gutes Ergebnis, das nicht unerhebliche Kosten verursacht hat und aus dem die Verantwortung entsteht, sich mit den gewonnenen Daten zu beschäftigen.

Über die Aufzeichnung von Überlaufdauern und -häufigkeiten, aber auch schon der zugrunde liegenden Ganglinien, lässt sich die Betriebsweise erkennen und es können unter anderem unerwünschte Betriebszustände erkannt werden. So können der Gewässerschutz und der wirtschaftliche Betrieb der Anlagen gesichert werden. Ein willkommener Nebeneffekt ist, dass die Messung und die Datenauswertung immer mit einer Kontrolle und gegebenenfalls Korrektur der Stammdaten der Becken verbunden sind. Eine Voraussetzung dafür ist eine fortlaufende Sicherung der Datenqualität und Verfügbarkeit.

Mit der Zeit kann so die Kenntnislage über Einzelbauwerke und das Gesamtsystem erheblich verbessert werden. Der Handlungsbedarf bei der Mischwasserbehandlung kann auf diese Weise gezielter erkannt und mit Kenntnis der lokalen Randbedingungen effizient und damit wirtschaftlich umgesetzt werden. Fehlentscheidungen können vermieden werden. Nur Messdaten erlauben auf mittlere Sicht eine Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen entsprechend dem DWA-Arbeitsblatt A 100 (2006). Darüber hinaus werden die Messdaten zukünftig für die Verbesserung der Aussagekraft von Schmutzfrachtmodellen im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung herangezogen (LUBW 2024) und sind dadurch von erhöhter Bedeutung.

Aus den skizzierten Möglichkeiten entstehen neue Aufgaben und Zuständigkeiten für das Betriebspersonal und Betreiber sowie gegebenenfalls für externe Fachpersonen, die zum einen betriebliche, zum anderen wassergütewirtschaftliche Aspekte umfassen. Es entfallen (oder vereinfachen sich zumindest) aber auch einige bisherige Aufgaben, so etwa im Einzelfall der bisher obligatorische Vor-Ort-Besuch nach einem Einstauereignis, da einige Kontrollen laut EKVO auch über das Fernüberwachungssystem erfolgen können.

Abbildung 2 fasst die verschiedenen Aufgaben, Abläufe und Zusammenhänge sowie die dafür verantwortlichen Akteure zusammen.

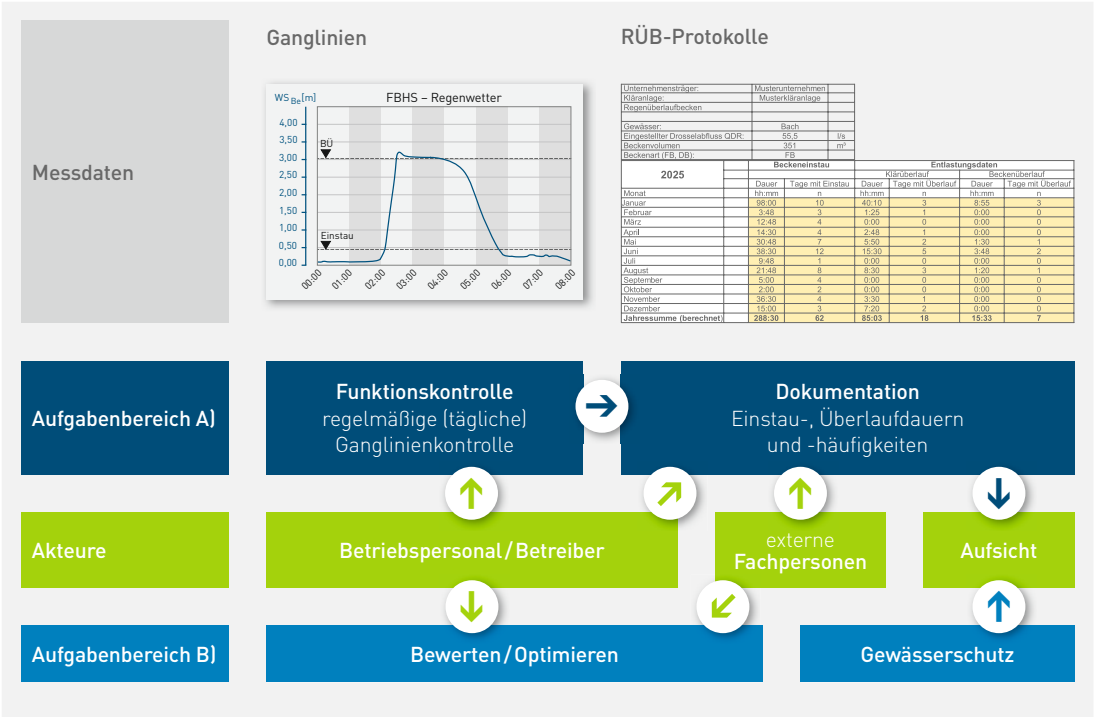

Abbildung 2: Aufgabenbereiche und Akteure beim Umgang mit Messdaten von Regenbecken

Der **Aufgabenbereich A)** umfasst die regelmäßige Kontrolle der erhobenen Daten (Ganglinien) durch das Betriebspersonal. Damit wird – hauptsächlich für Zwecke des Betriebs – zweierlei bezweckt:

- Zunächst ist die regelmäßige Ganglinienkontrolle ein wichtiges Element der Qualitätssicherung der Messdaten durch den Betreiber, weil etwa Messausfälle oder auch Nullpunktverschiebungen sehr kurzfristig erkannt und behoben werden können.

- Die dadurch geprüften Daten bilden sodann eine wichtige Information zu einer unterjährig (also regelmäßig und in relativ kurzen Zeitabständen) durchzuführenden Prüfung der wichtigsten Funktionen des Bauwerks:
  - Stimmt das Drosselverhalten, also die Abflussbegrenzung, auf den korrekten Wert?
  - Laufen Reinigungseinrichtungen korrekt?
  - Folgt die Beckenentleerung der vorgesehenen Funktionsweise?
  - Gibt es offensichtliche Störungen, z. B. Einstau bei Trockenwetter?

In der Summe kann der Betreiber feststellen, ob die Anlage und alle Komponenten bestimmungsgemäß funktionieren. Darüber hinaus bilden die geprüften Daten die Grundlage für die RÜB-Protokollierung und damit für die Dokumentation des Entlastungsverhaltens des Gesamtsystems sowie für betriebliche Optimierungsmöglichkeiten.

Der **Aufgabenbereich B)** geht von protokollierten und zusammengefassten Daten aus und umfasst eine vertiefte Dokumentation und Analyse. Diese Arbeitsschritte können durch den Betreiber selbst, durch externe Fachpersonen (z. B. PlanerInnen oder Fachbüros) oder in Zusammenarbeit beider erfolgen. Im Ergebnis liegen unter anderem folgende Informationen vor:

- Monatliche und jährliche Entlastungshäufigkeit für Einzelanlagen und das Gesamtsystem
- Monatliche und jährliche Entlastungsdauer für Einzelanlagen und das Gesamtsystem
- Unter Hinzunahme von Informationen über die örtliche Anordnung der Bauwerke: Gesamtsystemanalyse, Strangbetrachtung

Diese können als Eingangsdaten für wassergütewirtschaftliche Betrachtungen, speziell als Vergleichs- bzw. Plausibilisierungs- und Validierungsdaten für Modelle, etwa für eine Schmutzfrachtberechnung, verwendet werden. Weitere unmittelbare Anwendungen von Überlaufdaten ergeben sich etwa mit dem Ranking-Verfahren, bei dem eine auffällig hohe oder niedrige Überlaufaktivität als ›Vorwarnsystem‹ für Fehlfunktionen des Beckens dient, siehe z. B. Baumann et al. (2017).

Aus den so zusammengeführten Informationen leiten sich auch Ansatzpunkte für eine Systemoptimierung zur Minderung der Gesamtemissionen aus Kläranlage und Mischwasserentlastung und damit zur Verbesserung des Gewässerschutzes ab. Ein kenntnisbasiertes Vorgehen ist die Voraussetzung zur Vermeidung uneffektiver, unwirtschaftlicher Maßnahmen. Gleichzeitig ergeben sich aus den Kenntnissen zum Verhalten einzelner Becken und des Gesamtsystems erhebliche Vorteile für das Betriebspersonal, etwa auch im Hinblick auf die nach EKVO (LUBW 2001) geforderte regelmäßige Kontrolle der Bauwerke.

Die vorliegende Handlungsempfehlung ›Regenbecken im Mischsystem: Umgang mit Messdaten und Qualitätssicherung‹ soll für die genannten und weitere Aufgaben praktische Unterstützung liefern. In Kapitel 2 werden einige allgemeine Grundlagen wie Bauwerksarten und die Anordnung von Messstellen beschrieben. Kapitel 3 zeigt auf, wie im Betrieb auf einfache Weise eine Qualitätssicherung der Messdaten erreicht werden kann. In Kapitel 4 wird an Musterbeispielen erläutert, welche Aussagen aus aufgezeichneten Ganglinien über das Betriebsverhalten von Regenbecken zu gewinnen sind. Kapitel 5 demonstriert schließlich die Funktionsprüfung eines Beckens anhand von Messdaten unter Verwendung zweier realer Beispiele.

Insgesamt wird auch gezeigt, welcher Mehrwert aus geprüften Daten für den Betrieb der Anlagen und für die bestehende Gewässerschutzaufgabe entstehen kann.

2 GRUNDLAGEN: BAUWERKE DER MISCHWASSER-BEHANDLUNG

2.1 BAUWERKSARTEN UND IHRE FUNKTION

Die Wirkung von Mischwasserbehandlungsanlagen – Regenüberlaufbecken (RÜB) und Regenüberläufen (RÜ) – auf den Gewässerschutz und zur Minderung der Schmutzeinträge beruht auf folgenden Prinzipien:

- **Abflussaufteilung** – bei Regen wird ein kleiner kontinuierlicher Abfluss (jedoch deutlich größer als der Trockenwetterabfluss) als Drosselabfluss in die Behandlung (auf der Kläranlage) geleitet; seltenere größere Abflüsse werden entweder in ein Speicherbauwerk geleitet oder aber direkt ins Gewässer abgeschlagen (entlastet).
- **Speicherung** – das Becken füllt sich während Regenzuflüssen, die den Drosselabfluss übersteigen; dieses Volumen wird nach Regenende gleichfalls der Behandlung zugeführt
- **Sedimentation** – dies ist ein Zusatzeffekt: in Durchlaufbecken können sich absetzbare Stoffe vor einer Entlastung über den Klärüberlauf absetzen.
- **Filtration** – dieses Reinigungsprinzip wird nur in Retentionsbodenfiltern angewandt (und im Folgenden nicht näher betrachtet).

Randbedingungen sind dabei einerseits der Umstand, dass die Gewässerbelastung durch kumulative Schmutzfrachten wie auch durch kurzzeitige akute Abfluss- und Schmutzkonzentrationsspitzen hinreichend gering gehalten werden muss. Andererseits kann jede Kläranlage, im Wesentlichen wegen der geforderten Prozessstabilität, nur einen bestimmten, begrenzten Ausbauabfluss verarbeiten.

Es gibt zahlreiche Bauformen von Mischwasserbehandlungsanlagen; eine Systematik liefert DWA-A 166 (2013). Dabei sind auch Kombinationen und Mischformen möglich. Im Folgenden werden diese Bauwerkstypen kurz erläutert. Ziel ist es, dass der interessierte Lesende die Anlagen (etwa solche im eigenen Entwässerungsnetz) wiedererkennen und einordnen und ihre grundsätzliche Funktion bei ordentlichem Betrieb im Hinblick auf deren Überwachung beurteilen kann. Die verwendeten Begriffe richten sich nach DWA-A 166 (2013), ebenso die Abkürzungen in den folgenden Abbildungen (Tabelle 1).

TABELLE 1: IN DEN ABBILDUNGEN DIESER BROSCHÜRE VERWENDETE ABKÜRZUNG NACH DWA-A 166 (2013)

ABw	Auslaufbauwerk
BÜ	Beckenüberlauf
D	Drosselorgan
DBw	Drosselbauwerk
EBw/VBw	Einlaufbauwerk, Verteilbauwerk
EK/EG	Entlastungskanal, Entlastungsgraben
FB	Fangbecken
HS	Hauptschluss
KÜ	Klärüberlauf
NS	Nebenschluss
RÜ	Regenüberlauf
RÜB	Regenüberlaufbecken
SeKa	Sedimentationskammer
SKO	Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung
SpKa	Speicherkammer
TB	Trennbauwerk

REGENÜBERLÄUFE – formal nicht in DWA-A 166 (2013) erfasst – leiten zu große Durchflüsse im Mischwassernetz auf kürzestem Weg in die Gewässer ab und verhindern so Kanalüberlastungen bei Starkregen. Da nur eine sehr geringe oder gar keine Speicherwirkung vorhanden ist und auch keine Behandlung des überlaufenden Mischwassers erfolgt, dürfen RÜ nur selten überlaufen. Deshalb ist der Drosselabfluss dieser Bauwerke verglichen mit dem von Regenbecken sehr groß.

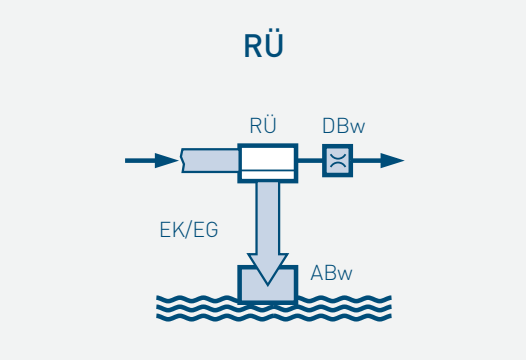

Abbildung 3: Regenüberlauf (schematisch)

FANGBECKEN als einfachste Bauform von RÜB haben die Aufgabe, den ersten, in bestimmten Fällen stark verschmutzten Abflussanteil bei Regen, den sogenannten Spülstoß, in ihrer Speicherkammer aufzufangen. Der Beckenüberlauf ist in Fließrichtung vor der Speicherkammer angeordnet, sodass bei seinem Anspringen bei vollem Becken der Beckeninhalt davon nicht betroffen ist und nach Regenende der Kläranlage zugeführt werden kann. Der Drosselabfluss ist wie bei allen RÜB relativ gering: Er entspricht typischerweise flächenanteilig dem Ausbauabfluss der Kläranlage; entscheidend ist hier (anders als bei RÜ) also nicht die Leistungsfähigkeit des weiterführenden Kanals. Eine spezielle Bauart von Fangbecken (mit identischer Funktionsweise) sind Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung, bei denen die Speicherkammer als langgestreckter Kanal größerer Nennweite ausgebildet ist.

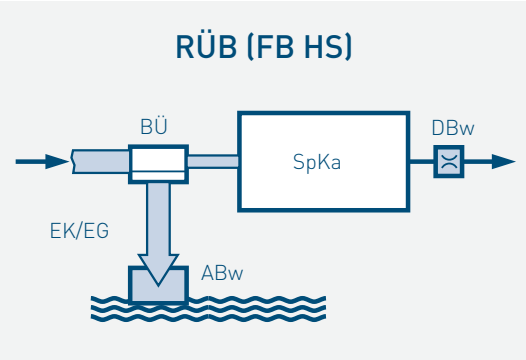

Abbildung 4: Fangbecken (schematisch)

Abbildung 5: Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung (schematisch)

DURCHLAUFBECKEN sind RÜB mit einer Sedimentationskammer, d. h., ihre Beckenform ist so konzipiert, dass darin Sedimentation zur Behandlung des überlaufenden Mischwassers begünstigt wird. Im Unterschied zu Fangbecken haben Durchlaufbecken normalerweise zwei Überläufe: einen Klärüberlauf, der den Überlauf aus der Sedimentationskammer gedrosselt abführt, und den auch hier oberstrom liegenden Beckenüberlauf. Dieser leitet Starkregenzuflüsse direkt in das Gewässer ab und vermeidet so das Wiederaufwirbeln von bereits in der Sedimentationskammer abgesetztem Sediment.

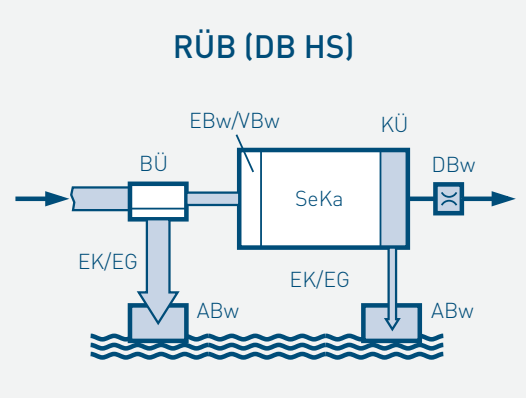

Abbildung 6: Durchlaufbecken (schematisch)

Bei der Anordnung der Speicher- oder Sedimentationskammer unterscheidet man weiterhin, ob diese vom Trockenwetterabfluss durchströmt wird **(Hauptschluss)** oder aber ob dieser in einem gesonderten Trennbauwerk an der Kammer vorbei geleitet wird **(Nebenschluss)**. Diese beiden Formen können als Fang- oder Durchlaufbecken ausgebildet sein und unterscheiden sich von den möglichen Verhältnissen der Kanal- und Bauwerkssohlenhöhen her wie auch vom Betrieb:

HAUPTSCHLUSSBECKEN haben eine Sohlenhöhe, die (außer bei Verwendung einer Pumpe als Drossel) nicht tiefer als der ankommende bzw. weiterführende Kanal liegt. Die Speicher- oder Sedimentationskammer dieser Becken staut relativ häufig ein (stets dann, wenn der Zufluss den Drosselabfluss übersteigt).

NEBENSCHLUSSBECKEN gibt es ebenfalls als Fang- oder Durchlaufbecken. Sie stauen erst dann ein, wenn bei Regen der Wasserstand im Trennbauwerk die dortige Trennbauwerksschwelle übersteigt; da sich erst das Volumen der Trennbauwerkskammer und des ankommenden Kanals füllt, geschieht dies deutlich seltener als bei Fangbecken. Die Beckensohle kann auch tiefer angeordnet sein als die Sohle des Zulaufkanals; in diesem Fall hat das Becken eine Pumpenentleerung, die jedoch nicht permanent den gesamten Trockenwetterabfluss pumpt, sondern nur bei der Entleerung des Beckens nach Regenende aktiv wird.

Man unterscheidet nach DWA-A 166 (2013) überdies nach Art der Entleerung in unechten oder echten Nebenschluss (hier nicht im Detail gezeigt). Beim echten Nebenschluss erfolgt die Entleerung (durch Einschalten einer Pumpe oder Öffnen eines Schiebers) erst dann, wenn die Wasserstände im Kanalnetz nach Regenende wieder hinreichend gering sind, also z. B., wenn wieder Trockenwetterabfluss herrscht. Dadurch kann die Speicher- oder Sedimentationskammer nach Regen erst noch eine gewisse Zeit lang gefüllt bleiben; es ergibt sich eine hydraulische Entkopplung. Beim unechten Nebenschluss entleert sich die Beckenkammer bei absinkendem Wasserstand im Trennbauwerk ganz oder zumindest teilweise selbsttätig, etwa durch eine Rückstauklappe in der Trennbauwerksschwelle.

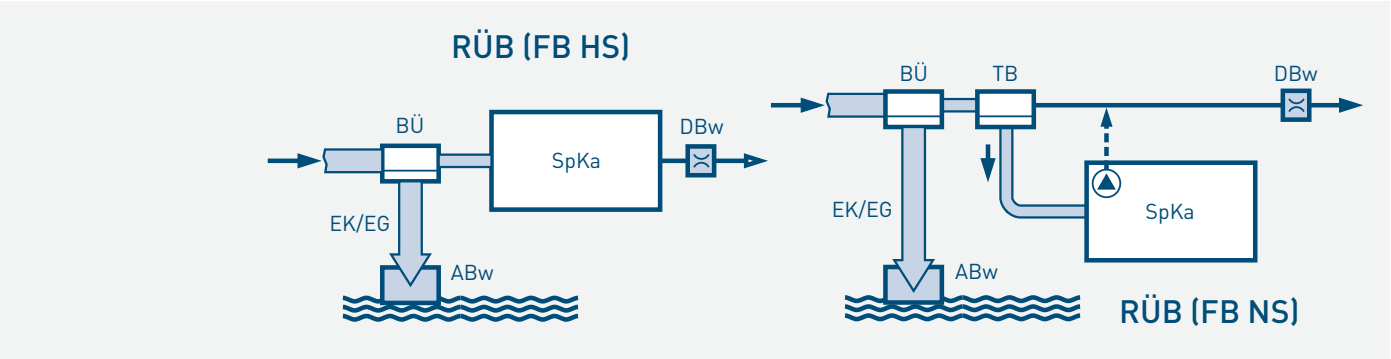

Abbildung 7: Fangbecken im Haupt- (links) und Nebenschluss (rechts): im letzteren Fall wird die Speicherkammer über ein Trennbauwerk beschickt und durch eine Pumpe entleert

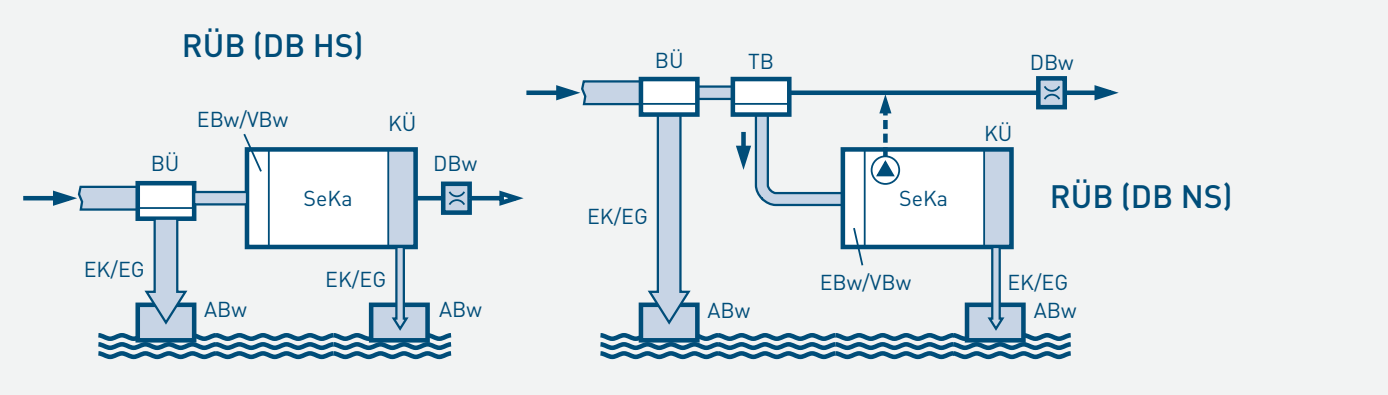

Abbildung 8: Durchlaufbecken im Haupt- (links) und Nebenschluss (rechts)

In Bezug auf die Überwachung des Betriebes und des Entlastungsverhaltens charakterisieren sich die gezeigten Bauwerkstypen wie folgt:

- Regelgerecht bemessene **REGENÜBERLÄUFE** (RÜ) entlasten wegen ihres großen Drosselabflusses jährlich sehr viel weniger Mischwasser als Regenbecken und enthalten, vielleicht abgesehen von einer Drossel, meist auch keine technischen Einrichtungen. Daher wird ihr Überlaufverhalten nur selten überwacht. Es gibt allerdings auch Bauwerke, die wie ein RÜ aussehen, aber wegen des großen Volumens des vorgeschalteten Kanals wie der Stauraumüberlauf eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung (SKU) wirken. Solche Bauwerke sollten nach DWA-A 102-2 (2020) als SKU, also als Regenbecken, eingeordnet werden, zumal dann in einer Schmutzfrachtberechnung ihr Volumen ansetzbar ist. Für solche Überläufe gelten dann auch für eine Überwachung die Regeln wie für SKU.

- **FANGBECKEN** enthalten hingegen in vielen Fällen Technik, etwa gesteuerte oder geregelte Abflussbegrenzer, Beckenreinigungseinrichtungen oder Entleerungspumpen oder -schieber bei Anordnung im Nebenschluss. Dort ist eine Aufzeichnung von Wasserstands- und dann auch anderen Betriebsdaten sinnvoll. Überdies entlasten Fangbecken pro Hektar angeschlossenen Einzugsgebietes fast ebenso viel wie Durchlaufbecken, sodass eine Aufzeichnung des Überlaufverhaltens auch bei vermeintlich kleinen und unwichtigen Becken am Rande eines Entwässerungssystems sehr wichtig ist.

- **DURCHLAUFBECKEN** bedürfen wegen ihrer im Allgemeinen komplizierteren Betriebsweise und der zusätzlichen Funktion als Sedimentationsanlagen mehr noch als Fangbecken einer Überwachung der Wasserstände aus Gründen der Betriebskontrolle wie auch zur Messung der Entlastungsaktivität. Tendenziell laufen Durchlaufbecken länger und häufiger über als Fangbecken, bedingt durch ihre Anordnung ›weiter unten‹ im Netz, durch das i. d. R. größere Einzugsgebiet sowie durch zugeleitete Drosselabflüsse der Oberliegerbecken.

2.2 ÜBERWACHUNG DES EINSTAU- UND ÜBERLAUFVERHALTENS

2.2.1 Allgemeines

Die Klär- und Beckenüberlaufschwellen von Regenbecken sind Schnittstellen zum Gewässer. Wird der Wasserstand vor der Klärüberlauf- (KÜ-) und der Beckenüberlauf- (BÜ-) Schwelle gemessen, kann durch dessen Vergleich mit der Schwellenhöhe erkannt werden, wann das RÜB überläuft. Dadurch können Häufigkeit und Zeitdauer solcher Ereignisse ermittelt werden, als direktes Maß für die Entlastungsaktivität des betreffenden Bauwerks. Diese Daten sollten bei allen Regenbecken vorrangig aufgezeichnet werden, da dies auf vergleichsweise einfache Art erfolgen kann. Außerdem können Überlaufdauer und -häufigkeit auch unkompliziert interpretiert werden, etwa mit dem Ranking-Verfahren, siehe Baumann et al. (2017).

Einen Schritt weiter geht man, wenn man durch Auswertung der Überfallhöhe auch näherungsweise den momentan überlaufenden Abfluss in l/s und die bei diesem Regen übergelaufene Wassermenge in m³ bestimmt. Das ist etwas komplizierter und auch die gewonnenen Daten sind schwieriger zu interpretieren, sie eignen sich aber sehr gut als Validierungsdaten, z. B. zur Plausibilitätskontrolle einer Schmutzfrachtberechnung des Istzustandes.

Bei der Datenerfassung sind folgende Grundsätze zu beachten:

- **Sollen ausschließlich Dauer und Häufigkeit des Überlaufens** (als wichtigste Größen) **aufgezeichnet werden, brauchen an die Genauigkeit (Auflösung) der Wasserstandsmessung keine übertrieben hohen Ansprüche gestellt zu werden** (1 – 2 cm reichen für eine zuverlässige Ereigniserkennung aus). Heutige Wasserstandssonden, etwa Radarsonden, haben auf jeden Fall eine hinreichend feine Auflösung. Was jedoch wichtig ist, ist das sorgfältige Einmessen des Nullpunkts der Sonde.

- **Anders sieht es aus, wenn auch der Überlaufabfluss in l/s oder das Überlaufvolumen in m³/a aufgezeichnet werden soll: Dann muss als Grundbedingung der Wasserstand extrem genau gemessen werden** (im Millimeterbereich, siehe Baumann et al. 2017), weil aus hydraulischen Gründen BÜ- und KÜ-Schwellen sehr lang und daher die Überfallhöhen sehr klein sind. Das jährliche Entlastungsgeschehen wird durch die vielen eher schwachen, aber oft lang dauernden Regen bestimmt, die an diesen Schwellen zu Überfallhöhen im Bereich weniger Zentimeter oder sogar nur Millimeter führen. Diese gilt es zuverlässig zu registrieren. Trotzdem gibt es viele Fälle, in denen der Überlaufabfluss nur sehr grob bestimmt werden kann, etwa bei Rückstau auf die Schwelle, bei Klappen oder Einrichtungen zum Grobstoffrückhalt oder bei Rückstausicherungen.

- **Durch die relativ hohe Auflösung heutiger Radar-Wasserstandssonden ist es mittlerweile möglich, mit einer einzigen solchen Sonde mit großem Messbereich über die gesamte Beckentiefe sowohl den Beckeneinstau als auch die Überfallhöhe an der Wehrschwelle hinreichend genau zu erfassen.** Die frühere Empfehlung (z. B. BayLfW 2001), nach der zur Messung der Überfallhöhe separate Sonden mit geringerem Messbereich und daher höherer Auflösung zum Einsatz kommen sollten, galt für die damaligen Ultraschallsonden – allerdings spricht nichts gegen einen Weiterbetrieb solcher Geräte, wenn diese noch uneingeschränkt funktionsfähig sind.

- Der **Nullpunkt der Messeinrichtung** sollte zweckmäßigerweise z. B. 30 cm unter der Schwellenoberkante liegen, damit auch nach einer unbeabsichtigten Nullpunktverschiebung noch Messwerte vorliegen und man diese somit erkennen kann.

- **Hinreichend gute zeitliche Auflösung**, während Überlaufereignissen am besten im Minutentakt, siehe Baumann et al. (2017), Kap. 6, um auch kurze, nur wenige Minuten dauernde Überlaufereignisse zuverlässig zu erkennen.

- **Neue Sonden sollten möglichst so angeordnet werden, dass damit auch der Beckeneinstau überwacht und aufgezeichnet werden kann**, weil dies einen Einblick in den Betrieb des Bauwerks erlaubt. Oft ist das ohnehin zur Ansteuerung von Aggregaten, z. B. von Entleerungspumpen, erforderlich.

- Unabdingbar ist eine **gute und sichere Zugänglichkeit der Messstellen**. Die Sensoren sollten so angeordnet werden, dass sie vor Ort bei Bedarf ohne großen Aufwand nachkalibriert werden können, etwa (bei Radarsonden) im leeren Becken durch Darunterstellen eines Stativs mit einer Messplatte. Günstig ist es, wenn man Tauchsonden zum Testen ins Freie ausbauen kann, beispielsweise durch eine eigene Deckendurchführung (auf reproduzierbare Befestigung achten!).

- **Wichtig ist eine sorgfältige Dokumentation der Messstellen**, ihrer Nullpunkte und auch der relativen Höhen der zu überwachenden Schwellen, siehe Baumann et al. (2017), BayLfU (2024) und Lieb (2019). Diese Dokumentation muss für den Auswertenden leicht zugänglich sein und bei Änderungen an der Messeinrichtung auch aktualisiert werden. Es genügt nicht, wenn man die eingestellten Parameter nur vor Ort im Programmiermodus der Sonden auf den dortigen Displays sehen kann.

Der **Ort der Wasserspiegelmessung** hängt von der Anordnung der zu überwachenden Schwelle ab:

- In rechteckigen oder runden Beckenkammern ist die mittlere Fließgeschwindigkeit wegen der großen Querschnitte relativ gering, folglich weichen auch die mittleren Wasserstände an verschiedenen Stellen der Beckenkammer nur sehr wenig voneinander ab. Dort kann beispielsweise die Wasserstandssonde zur Überwachung des Klärüberlaufs aus hydraulischer Sicht an beliebiger Stelle angeordnet werden, allerdings nicht unmittelbar an einer Überlaufschwelle im Bereich der dortigen Wasserspiegelabsenkung. Bei tangential beschickten Rundbecken kann sich durch die Wirbelströmung eine geringe Spiegeldifferenz zwischen dem Beckenzentrum und dem Rand ausbilden. Entlang des Beckenrandes ist der Wasserstandsunterschied jedoch gering.

- Für die geforderte gute Zugänglichkeit zu den Wasserstandssonden ist oft die Anordnung an einer Beckenwand neben einem Einstieg möglich; die Sonde hängt dann in offenen Becken z. B. an einem stabilen Ausleger.

- In separaten Beckenüberläufen (oft sind diese der Beckenkammer unter Zwischenschaltung einer Verbindungshaltung vorgeschaltet) herrscht wegen der hydraulischen Verluste in den Verbindungskanälen ein Wasserstand, der von dem in der Beckenkammer je nach Durchfluss um einige mm oder gar cm abweichen kann. In diesem Fall ist in der BÜ-Kammer eine separate Wasserstandsmessung erforderlich.

- Streichwehrartig (also mehr oder weniger parallel zur Überlaufschwelle) angeströmte Überläufe zeigen bei großen Abflüssen keine konstante Überfallhöhe. Will man den Entlastungsabfluss in l/s oder das Überlaufvolumen in m³/a ermitteln, sollte der Sensor etwa in der Mitte der Schwelle angeordnet werden[1], um einen mittleren Wert der Überfallhöhe zu bestimmen. Für die Detektion nur der Überlaufhäufigkeit und -dauer spielt dies keine Rolle, da das Phänomen nur bei größeren Überlaufabflüssen auftritt.

- Wenn wie erwähnt die Aufzeichnung des Beckeneinstaus erforderlich ist, ist eine Wasserstandsmessung am tiefsten Punkt des Beckens, z. B. über dem Entleerungssumpf, notwendig.

Im Folgenden werden einige Beispiele zur Anordnung von Messstellen gezeigt.

Generelles über die Anordnung und Funktion von Wasserstandsmessungen findet sich auch im DWA-Merkblatt M 181 (2011) und in DWA-M 181-2 (2025).

2.2.2 Beispiel 1: Fangbecken oder Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung

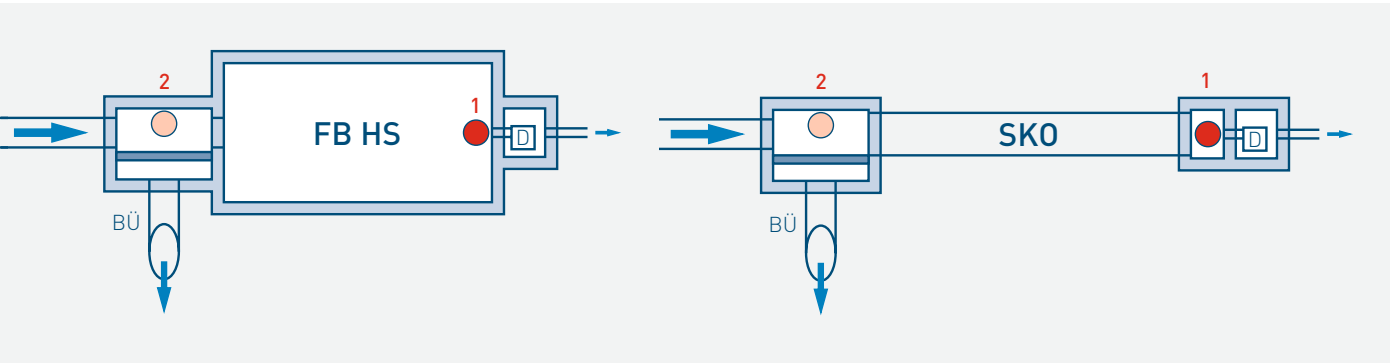

Abbildung 9: Anordnung der Messstellen in einem Fangbecken im Hauptschluss (FB HS, links) und einem Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung (SKO, rechts)

Möchte man nur eine Messsonde installieren, sollte diese an Position 1 (vor dem Drosselzulauf, über dem Zulaufgerinne als tiefstem Punkt des Beckens) montiert werden. Sie erfasst dann zunächst den Beckeneinstau. Da in der Fangbeckenkammer oder dem Stauraumkanal auch bei größeren Abflüssen über den Beckenüberlauf (BÜ) nur der relativ kleine Drosselabfluss abfließt, herrschen dort nur sehr geringe Fließgeschwindigkeiten und daher auch nur minimale hydraulische Verluste. Man kann dann argumentieren, dass in der BÜ-Kammer der Wasserstand dann nur minimal (wenige mm) höher ist als an der Stelle der Sonde 1. Somit kann diese Sonde auch gleichzeitig mit nur wenig Abstrichen an Genauigkeit die Überlaufaktivität und auch den Überlaufabfluss messen.

[1] *Es wurde verschiedentlich schon der Vorschlag gemacht, zur genaueren Entlastungsabflussmessung zwei Sensoren am Anfang und Ende der Schwelle einzusetzen. Erfahrungsgemäß kann man damit jedoch keine höhere Genauigkeit des gemessenen Entlastungsabflusses erreichen, weil der Verlauf der Überfallhöhe längs der Wehrschwelle durch Impulseffekte (›Bugwelle‹) auch bei strömendem Zufluss, wie er von DWA-A 111 (2010) gefordert ist, oft erratisch ist (Wetzstein 2003) und man die Nullpunkte beider Sonden zudem sehr genau abgleichen muss. Eine solche Lösung wäre also baulich und betrieblich viel aufwändiger.*

Will man den Überlauf genauer überwachen, speziell wenn die Überlaufwassermenge gemessen werden soll, kann man optional eine weitere Sonde 2 installieren. Diese sitzt hier in der Mitte der BÜ-Schwelle, und zwar wegen der besseren Zugänglichkeit an der gegenüberliegenden Wand. Die Sonde sitzt meist über der Berme, kann also bei Trockenwetter keinen Wasserstand messen, was aber hier auch nicht erforderlich ist, weil Sonde 1 diese Aufgabe übernimmt. Für Sonde 2 kann auch ein Gerät mit geringem Messbereich, aber höherer Auflösung, zum Einsatz kommen, etwa eine Tauchsonde. Ein Vorteil dieser Anordnung ist die leichtere Prüf- und Kalibrierbarkeit von Sonde 2 für die Überlaufmessung (einfache Vergleichsmöglichkeit mit der Schwellenhöhe). Die Unterkante der Tauchsonde ist dann der Nullpunkt.

Die Messwerte der beiden Sonden sind bei höherem Einstau praktisch synchron (die angezeigten Wasserstände also stets gleich, die Ganglinien – da die Nullpunkte meist unterschiedlich sind – parallel). Das erlaubt im Einsatz eine einfache Erkennung eventueller nachträglich auftretender Nullpunktfehler (z. B. Beschädigung der Halterung etc.).

2.2.3 Beispiel 2: Rechteckiges Nebenschlussbecken

Die Sohle der Beckenkammer kann bei einem Nebenschlussbecken (Fang- oder Durchlaufbecken) tiefer liegen als der Zulaufkanal und der Drosselzulauf im Trennbauwerk. Die Kammer füllt sich erst bei Aufkommen eines Regens, der den Drosselabfluss überschreitet. Auch hier ist die wichtigere Sonde zur Überwachung des Bauwerks die Sonde 1, die den Einstau der Beckenkammer messen kann. Sie ist über dem tiefsten Punkt, hier dem Pumpensumpf, angeordnet. In der Regel wird diese Sonde ohnehin für die Ansteuerung der Entleerungspumpen und der Beckenreinigung (etwa der gezeigten Spülkippe) benötigt.

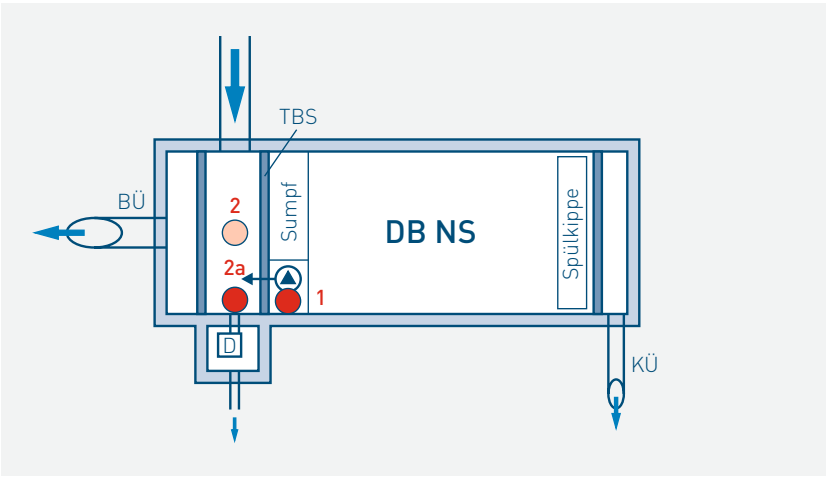

Abbildung 10: Anordnung der Messstellen in einem rechteckigen Nebenschlussbecken (Fang- oder Durchlaufbecken)

Auch hier gilt das Argument, dass im Becken wegen der geringen Längsgeschwindigkeit auch beim Abfluss des Klärüberlaufabflusses $Q_{KÜ}$ der Wasserspiegel in erster Näherung horizontal ist. Sonde 1 kann also ohne Weiteres die Überlaufdauer und -häufigkeit am KÜ überwachen. Es herrscht aber bei angesprungenem Klärüberlauf wegen des großen durchströmten Querschnittes über der meist überstauten Trennbauwerksschwelle (TBS) auch eine nur recht geringe Wasserspiegeldifferenz zwischen der Position von Sonde 1 und der BÜ-Schwelle. Das gilt jedenfalls dann, wenn (wie in den meisten Fällen) die Oberkante der Klärüberlaufschwelle, OK KÜ, deutlich höher als diejenige der Trennbauwerksschwelle, OK TBS, liegt. Man kann also mit Sonde 1 auch den Beckenüberlauf überwachen.

Hier wird jedoch oft trotzdem eine zweite Sonde im Trennbauwerk (2 oder 2a) benötigt, und zwar in erster Linie aus betrieblichen Gründen, da nur diese Trockenwetterabfluss detektieren kann. Das ist für die Freigabe der Pumpenentleerung wichtig, um zu vermeiden, dass bei der Beckenentleerung Mischwasser im Kreis gepumpt wird. Auch kann Sonde 2 oder 2a den Einstau des Trennbauwerks und des Zulaufkanals überwachen. Das ist oft sinnvoll, weil dort bei vielen Becken auch viel eingestautes Volumen aktiviert wird. In einigen Durchlaufbecken liegt auch der KÜ tiefer als die Trennbauwerksschwelle, d. h., die Beschickung erfolgt (zumindest bei geringen Klärüberlaufabflüssen) in freiem Überfall, sodass der Wasserstand im Trennbauwerk stets höher als im Becken ist; auch in diesem Fall ist Sonde 2 im Trennbauwerk unabdingbar. Diese ist hier in Schwellenmitte über dem Gerinne angeordnet, um Trockenwetter zu detektieren und gleichzeitig auch den Abfluss über den BÜ optimal messen zu können. Das bedeutet gegenüber einer Montage an einer Bauwerkswand jedoch eine erschwerte Zugänglichkeit. Alternativ (Position 2a) ist auch eine Anordnung an der Wand über dem Drosseleinlauf (an der Stirnseite des Trennbauwerks) denkbar.

Auch hier sind die Anzeigen der Sonden 1 und 2 bei Wasserständen über OK TBS synchron, was für eine Erkennung eventueller Messspannenfehler im Rahmen der Messdatenprüfung genutzt werden kann. Durch Übereinanderlegen der Ganglinien lässt sich auch das betriebliche Verhalten des Beckens gut erkennen.

2.2.4 Beispiel 3: Rundbecken als Durchlaufbecken im Hauptschluss

Die Anordnung der Sonden ist hier analog zu Abbildung 10. Sonde 1 detektiert den Einstau der Beckenkammer und überwacht gleichzeitig den Klärüberlauf, kann dort also Dauer und Häufigkeit des Überlaufens erfassen. Sie sitzt wegen der besseren Zugänglichkeit meist irgendwo am Beckenrand (die genaue Position ist ohne Belang). Ein Nachteil der Anordnung am Beckenrand ist jedoch, dass ein Einstau erst bei ganz geflutetem Beckenboden erkannt werden kann.

In einigen Fällen, so etwa bei Becken mit einer Mittelsäule (hier nicht gezeigt), kann man die Sonde 1a auch über dem Sumpf in Beckenmitte als tiefstem Punkt des Beckens anordnen und so den Einstau und auch den Trockenwetterfall gut überwachen, etwa für das Einschalten von Rührwerken als Reinigungshilfe. Soll eine solche Sonde auch den KÜ überwachen, ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich in Rundbecken mit tangentialer Zuströmung bei größeren Abflüssen $Q_{KÜ}$ ein Wirbel bildet; in Beckenmitte kann dadurch der Wasserstand einige mm tiefer liegen als am Beckenrand. Die Sonde kann dadurch eine zu geringe Entlastungsaktivität vortäuschen und den Entlastungsabfluss unterschätzen.

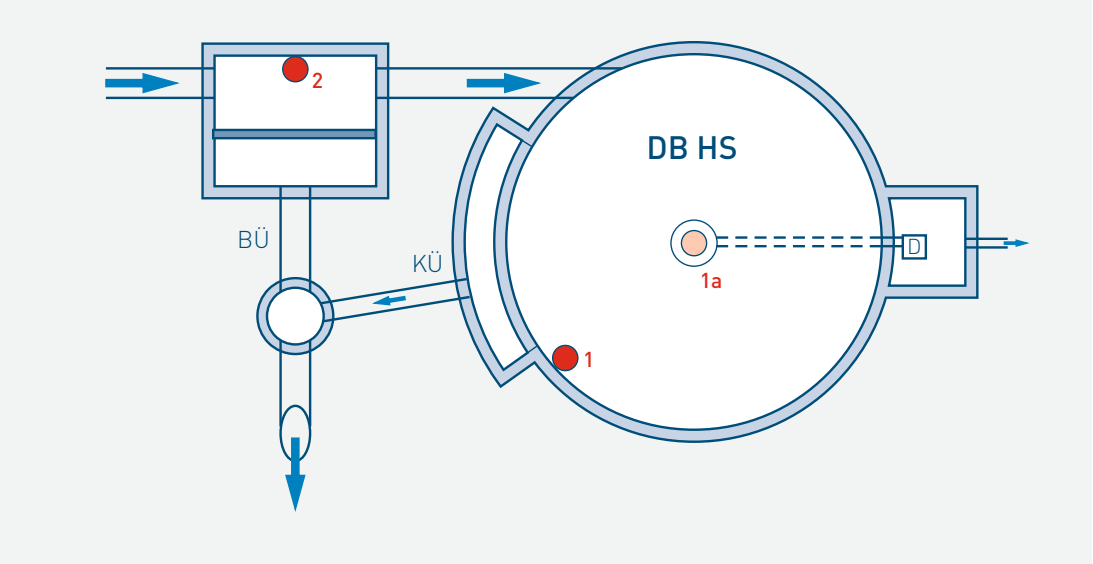

Abbildung 11: Anordnung der Messstellen in einem Rundbecken als Durchlaufbecken im Hauptschluss

Anders als bei den bisher gezeigten Anordnungen kann hier aber Sonde 1 oder 1a den Beckenüberlauf nur unzulänglich überwachen: Dieser ist vorgeschaltet und mit der Beckenkammer oft durch eine Rohrhaltung verbunden (gelegentlich auch zusätzlich mit einer Schwimmstoffleitung), durch die die Summe aus Klärüberlauf- und Drosselabfluss in die Beckenkammer strömt. Je nach Durchmesser und Füllungsgrad können in dieser Verbindungshaltung einige cm an hydraulischer Verlusthöhe auftreten, und der Wasserstand vor dem Beckenüberlauf ist um dieses Maß höher als im Becken. In Becken mit direkt vor der Beckenkammer angeordneten BÜ ohne Verbindungshaltung kann der umgekehrte Effekt eintreten: Dort kann wegen der in Fließrichtung ansteigenden Überfallhöhe in einer engen BÜ-Kammer der mittlere Wasserstand etwas niedriger sein als im Becken selbst. Es ist daher empfehlenswert, eine zweite Sonde, Nr. 2, im Beckenüberlaufbauwerk anzuordnen, wieder wie in Abbildung 9 in der Mitte der Schwellenlänge und an der der Schwelle gegenüberliegenden Bauwerkswand. Sonde 2 kann auch den Trockenwetterabfluss überwachen, wenn Sonde 1 dazu nicht in der Lage ist.

Wie beim Rechteck-Durchlaufbecken sind die Anzeigen beider Sonden bei größeren Einstauhöhen synchron. Sobald der KÜ angesprungen ist, kann bei hinreichend hoher Auflösung auch die erwähnte positive oder negative Spiegeldifferenz erkannt werden.

2.2.5 Regenüberläufe

Regenüberläufe (vgl. Kap. 2.1) sind die einfachsten Bauwerke der Mischwasserkanalisation. Mancher glaubt, dass diese wegen des fehlenden Speichervolumens starke Verschmutzungsquellen seien – in den Anfangsjahren des Regenbeckenbaubooms in den 1980ern wurden generell Regenüberläufe durch Becken ersetzt. Die Vermutung ist aber im Allgemeinen nicht richtig, weil der Drosselabfluss sehr groß verglichen mit dem von Regenbecken ist. Daher laufen RÜ pro Jahr im Mittel weitaus seltener und kürzer über (vielleicht an 5 Tagen und während 15 Stunden[2]) als RÜB (nach Baumann et al. (2017) bei Fangbecken im Mittel etwa an 15 Tagen und während 70 Stunden pro Jahr) und entlasten auch geringere Entlastungsvolumina und –frachten in das Gewässer. Überdies haben Regenüberläufe stark unterschiedliche Drosselabflüsse (genauer: Drosselabflussspenden pro Hektar Einzugsgebietsfläche), sodass die Überlaufaktivität bei diesem Bauwerkstyp sehr variabel ist.

Eine Überwachung des Entlastungsverhaltens von Regenüberläufen ist daher im Allgemeinen weniger aussagekräftig als von RÜB, zumal Vergleichszahlen, etwa ein gut dokumentiertes Ranking, fehlen. Ein Nachrüsten von Dauermesseinrichtungen an RÜ ist daher oft wenig verhältnismäßig. Auch eine Überwachung eines Regenüberlaufs mit der Absicht, anhand der Messdaten abzuschätzen, ob dort ein Umbau in ein Regenbecken erforderlich ist, ist zumeist nicht sinnvoll, weil ein belastbares Entscheidungskriterium fehlt. Sinnvoller ist vielmehr die (einmalige) hydraulische Nachrechnung des Drosselabflusses, besonders bei Rohrdrosseln. Regenüberläufe, die im Rahmen einer Gewässergüteuntersuchung als besonders starke Verschmutzungsquellen identifiziert sind, wären natürlich eine Ausnahme. Dort besteht aber in aller Regel längst die Auflage zu einer kurz- oder mittelfristigen Sanierung. Regenüberläufe, die wegen eines größeren aktivierten Kanalvolumens als SKU wirken (Kap. 2.1), sollten als Regenüberlaufbecken betrachtet und überwacht werden.

---

[2] *Quelle: Eigene Auswertungen (UFT) an einer (allerdings geringen) Anzahl von Regenüberläufen, unveröffentlicht*

2.2.6 Selbstregulierende Entlastungsorgane

In einigen Regenbecken ist der Beckenüberlauf mit sogenannten selbstregulierenden Entlastungsorganen ausgerüstet, siehe Weiß und Brombach (2001). Darunter versteht DWA-A 166 (2013) bewegliche Klappen, die die Eigenschaft haben, nach Anspringen des Überlaufs den Wasserstand auf einen nahezu konstanten Wert zu regeln. Zur Überwachung von Becken mit solchen Entlastungsorganen ist eine reine Wasserspiegelmessung oft ungeeignet, vielmehr werden dann andere Größen, je nach Fabrikat etwa die Klappenneigung oder die waagrechte Position eines Stauschildes, überwacht. Eine reine Detektion der Überlaufhäufigkeit und -dauer ist in solchen Fällen oft recht einfach und kann sich auf die Überwachung der Ruhestellung der Klappe beschränken; in aller Regel genügt hierfür ein einziger Sensor, etwa ein Endschalter. Seltener sind Heber ohne bewegliche Teile, bei denen eine Überwachung durch Wasserstandsmessung und Auswertung der (dort allerdings sehr flachen) Wehrkennlinie erfolgen kann.

Für die Bestimmung des Überlaufabflusses muss jedoch auf Herstellerkennlinien zurückgegriffen werden. In einigen Fällen sollte dabei der Wasserspiegel zusammen mit z. B. dem Klappenwinkel gemessen werden, was die eingebaute Technik und auch die Auswertung komplizierter macht.

2.2.7 Wie viele Sonden sind nötig?

In den Vorkapiteln wurde bereits angesprochen, in welchen Bauwerksteilen je nach Beckenbauart eine Wasserstandsüberwachung wünschenswert oder erforderlich ist; daraus ergibt sich auch die technisch erforderliche Anzahl an Messstellen. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen stellt man sich bei einer Nachrüstung von Regenbecken oft die Frage, wie aufwändig die Überwachungseinrichtung denn sein muss. Diese besteht ja außer der oder den eigentlichen Wasserstandssonde(n) meist auch aus einem Schaltschrank, der einen Elektroanschluss benötigt und zahlreiche weitere Baugruppen aufweist.

Ein Großteil der bestehenden Regenbecken – zumindest die jüngeren Bauwerke – hat aus betrieblichen Gründen bereits Elektroausrüstungen und oft sogar Prozessleittechnik. Dort beherbergt der Schaltschrank auch viele weitere Funktionen und vorhandene Sonden sind meist bereits mit dem PLS-System verbunden. Ist noch keine Überwachung der Entlastungsaktivität implementiert, kann das durch eine Anpassung der PLS-Software, etwa des Aufzeichnungsintervalls, nachgeholt werden. In einem solchen Idealfall wäre dann gar keine zusätzliche Hardware erforderlich. Doch auch der eventuell nötige Einbau einer weiteren Sonde speziell für die Überwachung der Entlastungsaktivität ist dann kein großer zusätzlicher Kostenfaktor. In einem Schaltschrank ist üblicherweise noch Platzreserve vorhanden.

Es gibt jedoch auch Bauwerke ohne Stromanschluss, etwa ältere kleine Fangbecken oder Stauraumkanäle. Wo ›noch gar nichts da ist‹, wird die Maßnahme schon allein durch den Stromanschluss und das Aufstellen eines Schaltschrankes sehr teuer; die eigentliche Sonde und Fernwirkhardware sind dann die kleinsten Posten daran. Es bietet sich dann aber der Einsatz moderner batteriebetriebener ex-geschützter Sensoren mit Parametrierbarkeit per Bluetooth und Messdatenübertragung über Mobilfunk an, bei denen Stromanschluss und Schaltschrank unnötig sind. Die Hardware kann im einfachsten Fall direkt im Becken, oft sogar unter einem Kanaldeckel, eingebaut werden, und die automatische Messdatenübertragung macht nur selten einen Besuch vor Ort notwendig. Einige dieser Funkmodule lassen jedoch nur den Anschluss einer einzigen Wasserstandssonde zu. Man kann jedoch in diesem Fall abwägen: Die wichtigere Information sind Dauer und Häufigkeit der Entlastung des Beckens, weniger jedoch die Erfassung des Überlaufabflusses oder die Überwachung z. B. des korrekten Füllens und Entleerens. Auch kann man bei älteren Durchlaufbecken – sollte es davon noch Anlagen ohne E-Installation geben – argumentieren, dass Dauer und Häufigkeit der Entlastung allein durch den Klärüberlauf gegeben sind (der Beckenüberlauf springt ja nur an, wenn der KÜ dies bereits tut) und daher eine gesonderte Überwachung des BÜ entbehrlich ist. In beiden Fällen kommt man mit nur wenig Verzicht auf Komfort mit einer einzigen Sonde aus.

3 ASPEKTE DER QUALITÄTSSICHERUNG VON MESSDATEN

3.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE QUALITÄT DER MESSDATEN: WAS SOLLTE DER BETREIBER TUN?

Die Erfassung und Protokollierung von Daten zur Überlaufaktivität von Regenbecken, aber auch von anderen betrieblich wichtigen Informationen, erfordert einerseits entsprechende Hard- und Software, die die Messdaten erfassen und zu Protokollen kondensieren kann. Andererseits sind der Hersteller und der Installateur der Technik gefragt, praxisgerechte Funktionalitäten zu liefern. Der wichtigste Akteur ist aber der Betreiber, denn dieser ist in der Pflicht, die Anlagen fachgerecht zu betreiben und regelmäßig zu überprüfen und zu warten – so, wie es auch für Aggregate auf der Kläranlage erforderlich ist.

Um langfristig die Qualität der Messdaten sicherzustellen, sind folgende Dinge zu beachten, wobei hier speziell die Sicht des Betreibers beschrieben wird. Ziel der vorliegenden Broschüre ist es hingegen nicht, dass aus ihr ein detailliertes Lastenheft für den Programmierer der PLT-Software oder für den Elektroinstallateur ableitbar sein soll.

Ein wichtiger Punkt ist natürlich, dass das Betriebspersonal die Anlagen, die bauliche Ausführung und ihre Technik gut aus eigener Anschauung kennt, weil nur dann eine fundierte Bewertung der Messdaten möglich ist. Bei Unstimmigkeiten der Daten ist oft eine Vor-Ort-Prüfung empfehlenswert.

Sind die Anlagen in Betrieb, ist es erforderlich, dass der Betreiber regelmäßig die aufgelaufenen Messdaten auf Plausibilität prüft. Das sollte am besten ›so nah am Sensor wie möglich‹ geschehen. Damit ist gemeint, dass man nicht erst an fertigen Jahresprotokollen eine Überprüfung versucht, weil dort schon viele Informationen verloren gegangen sind, sondern bei Ganglinien einzelner Regenereignisse beginnt, die man am Prozessleitsystem am besten nach jedem Regentag abfragt. Man lernt sehr schnell, wie typische Ganglinien aussehen, wie man diese mit der Schwellenhöhe vergleichen kann und was vielleicht auf einen Fehler hindeutet (vgl. Kap. 4). So lässt sich beispielsweise ein Sensorausfall kurzfristig erkennen und dann auch schnell beheben, so dass Messausfallzeiten minimiert werden. Der nächste Schritt ist das Prüfen von Monats- und Jahresprotokollen, ob diese vollständig sind – meistens »passt's immer, wenn's einmal gepasst hat«, aber Vertrauen ist gut, Kontrolle ist bekanntlich besser.

Für die Dokumentation obliegt es schließlich dem Betreiber, die Daten zu archivieren, beispielsweise auf Webportale wie DWA Betrieb hochzuladen, dort nochmals zu kontrollieren, ob die Daten auch richtig übernommen worden sind, und schließlich freizugeben. Dies bewirkt, dass die Daten dann gegen Überschreiben gesichert sind und für Wasserbehörden und z. B. auch für vom Betreiber beauftragte Planer einsehbar sind.

Perspektivisch können die Messwerte dazu dienen, die Funktionsprozesse der Anlage zu bewerten. Hierbei werden Auffälligkeiten oder Unstimmigkeiten, die sich im Zuge der Messdatenauswertung ergeben, nicht nur beschrieben, sondern auch benotet. So lässt sich eine Priorisierung der Ertüchtigungsmaßnahmen entwickeln, was sich direkt auf die Anlagenverfügbarkeit auswirkt, da ernstzunehmende Defizite zuerst ausgeräumt werden, siehe Haas et al. (2022).

Das Verwendungsfeld der Daten lässt sich heute nicht abschließend beschreiben, da belastbare Daten für Forschungszwecke unentbehrlich sind und in immer größerem Umfang verwendet werden.

3.2 REGELMÄSSIGE ÜBERPRÜFUNG DER SENSOREN UND DOKUMENTATION

In Regenbecken werden hauptsächlich folgende Sensortypen eingesetzt:

- **Wasserstandssensoren** (meist Radar-, Ultraschall- oder Drucksonden): sowohl für betriebliche Zwecke (z. B. die Ansteuerung von Entleerungspumpen) als auch (teilweise ausschließlich) zur Überwachung des Einstau- und Überlaufverhaltens

- **Durchflusssensoren** (magnetisch-induktive Messsonden, ›Kanalmäuse‹, oft aber auch ältere Venturi-Messgerinne) in der Regel für betriebliche Zwecke (Regelung des Drosselabflusses) oder für Abrechnungszwecke, z. B. innerhalb eines Zweckverbandes.

- **Winkelgeber und Abstandssensoren sowie Endlagenschalter** zur Überwachung selbstregulierender Wehrklappen (Kap. 2.2.6). Siehe dazu Baumann et al. (2017); auf dieses Thema kann in der vorliegenden Broschüre aus Platzgründen nicht näher eingegangen werden.

- **Messgabeln und andere Kontaktgeber** kommen gelegentlich zum Einsatz. Diese liefern kein kontinuierliches Wasserstandssignal, sondern zeigen nur an, ob ein bestimmter Wasserstand überschritten ist oder nicht. Hier wird darauf nicht näher eingegangen.

Heutige Wasserstandssensoren haben in aller Regel eine sehr robuste und gegen Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse wenig empfindliche Elektronik. Wie beschrieben kann der Betreiber nach Abschluss des Probebetriebs auch davon ausgehen, dass der Hersteller bzw. der Installateur ein fehlerfrei funktionierendes Produkt geliefert hat. Trotzdem kann man sich nicht langjährig auf dessen störungsfreie Funktion verlassen. Sensoren können eine Langzeitdrift aufweisen. Es gibt zudem externe Störungsursachen, etwa ein verstellter Nullpunkt einer Drucksonde, weil (in bester Absicht) zur Reinigung die Keilklemme vom Kabel entfernt und einige cm versetzt wieder angebracht wurde. Es ist deshalb wichtig, dass der Betreiber die Sensoren und deren korrekte Anzeige des Wasserstandes oder Abflusses regelmäßig überprüft.

Bei **Wasserstandssonden** wird bei Inbetriebnahme in aller Regel ein Nivellement des Nullpunktes empfohlen bzw. vorgeschrieben (Erstprüfung). Ziel ist es dabei, mittels messtechnischer Mittel (Meterstab, Schlauchwaage, Nivellier) die Anzeige des Sensors mit bekannten Höhen im Bauwerk abzugleichen: Gesucht ist der Wert, den der Sensor anzeigt, wenn der Wasserstand auf Höhe der Überlaufschwelle steht. Je nach Art des Sensors – Radar- bzw. Ultraschallsonde oder Drucksonde – gibt es dafür verschiedene Methoden, vgl. Baumann et al. (2017), BayLfU (2024). Die Maße sind wie dort beschrieben zu dokumentieren, damit sie für die Auswertung dauerhaft zur Verfügung stehen. Diese Arbeitsschritte sind in aller Regel Aufgabe des Installateurs oder eines Fachdienstleisters. Der anschließende Probebetrieb dokumentiert die Werte für die gesamte Messkette und bildet die Vergleichsgrundlage für zukünftige Überprüfungen.

Bei Wasserstandssonden, die zur Überwachung von Wehrschwellen herangezogen werden, bietet sich die laufende Kontrolle im Betrieb an, und zwar anhand der aufgezeichneten Ganglinien bei Regen. Das kann und sollte der Betreiber in jedem Fall selbst machen. In Kap. 4.1.1 wird gezeigt, dass die aufgezeichnete Ganglinie des Wasserstandes überlaufender Becken in aller Regel ein Plateau etwa in Höhe der Überlaufschwelle aufweist. Als Schnellprüfung kann dessen Höhe mit der aufgezeichneten Schwellenhöhe (aus der Steuerbeschreibung oder dem Probebetrieb) verglichen werden;

Abweichungen größer als 1–2 cm deuten auf einen verstellten Nullpunkt hin. Diese Schnellprüfung sollte in der Folge regelmäßig und in kurzen Zeitabständen wiederholt werden, im Idealfall nach jedem Regentag, wenn Überlaufdaten angefallen sein könnten. Der Vorteil ist, dass der Betreiber damit eventuelle Störungen (z. B. den oben erwähnten verstellten Nullpunkt der Tauchsonde) sehr schnell erkennt und eine Korrektur veranlassen kann.

Foto: © fizkes/Shutterstock.com

Abbildung 12: Überwachung der Sondeneinstellung anhand eines Ganglinienplateaus: Vergleich mit der hinterlegten Schwellenhöhe aus der Auswertung zum Probebetrieb. Hier wäre die Abweichung von 3,09 m zu 3,01 m mit 8 cm eindeutig zu groß (1 –2 cm können als zulässig angesehen werden) – die Sonde sollte daher unverzüglich genauer überprüft werden!

Bedingung ist jedoch, dass diese Aufgabe, Kennlinien aus dem PLS-System abzufragen und die Schnellprüfung durchzuführen, in das Tagesgeschäft des Betreibers integriert wird. Das sollte auch nicht in der Zuständigkeit einer einzigen Person liegen, da es bei Urlaub oder Pensionierung sonst leicht »unter die Räder kommt«. Sicher: Die Einarbeitung fremder Personen in das System benötigt eine gewisse Zeit; das ist aber wichtig.

Bei Wasserstandssensoren, die keine Überlaufschwellen überwachen, sondern z. B. Pumpensümpfe, ist das Verfahren so nicht durchführbar. Oft haben diese Sonden zwar geringere Anforderungen an ihre Messgenauigkeit, regelmäßige Wiederholungsprüfungen mit Einmessung oder – wo möglich – Gegenprüfungen mit anderen Sonden sind aber dennoch wichtig, um die Funktion der Anlagen beurteilen zu können.

Durchflusssensoren bieten je nach Bauart verschiedene Prüfmöglichkeiten. Venturigerinne und verwandte Bauarten (Dreieckswehre, Parabelmesswehre, Parshallrinnen usw.) haben einen Wasserstandssensor, der im Rahmen einer Erst- und Wiederholungsprüfung einnivelliert werden muss. Die Geometrie der Rinne ist in aller Regel auch langfristig nicht veränderlich, außer bei herausziehbaren Elementen oder vielleicht bei offensichtlichen Beschädigungen. Eine Schnellprüfungsmöglichkeit im Betrieb anhand von Ganglinien gäbe es hier, wenn beispielsweise regelmäßig ein- oder zweimal im Jahr ein Brett definierter Stärke an genau bezeichneter Stelle unter den Sensor gelegt wird und nach z. B. 10 Minuten wieder entfernt wird. Auf jeden Fall sollte man das nach Änderungen an der Hard- oder Software machen. Es zeichnet sich dann in der Abflussganglinie ein Plateau ab. Ändert sich z. B. nach mehrjährigem Betrieb dessen Höhe, könnte eine Sensordrift oder eine Nullpunktverstellung die Ursache sein. Alternativ kann man eine solche Sonde auch ausbauen und am Kabel auf einer Vorrichtung horizontal prüfen. Es muss dann jedoch z. B. durch eine Zwangszentrierung sichergestellt sein, dass sie in korrekter Höhe wieder eingebaut wird, sonst ist ein Nullpunktfehler die Folge.

MID-Abflussmesser können in aller Regel nur beim Hersteller nachkalibriert werden, sind aber recht langzeitstabil. Hier ist zu empfehlen, als Erst- und Wiederholungsprüfung nach den Eigenkontrollverordnungen der Länder, üblicherweise von einem Fachdienstleister, eine Vergleichsmessung mit einer mobilen Gegenmessung durchführen zu lassen. Zu beachten ist, dass meistens der MID das genauere Resultat ergibt als die Gegenmessung und dass diese fachgerecht eingesetzt werden muss. Eine solche Vergleichsmessung hat also eher den Charakter einer Plausibilitätsprüfung und kann nur grobe Fehler entdecken. Eine einfache Plausibilitätskontrolle dieser Art ist auch die Anzeige ›0 l/s‹ bei probehalber ganz geschlossenem Absperrschieber. Ist der Schieber noch nicht ganz geschlossen, darf die Anzeige hingegen noch nicht ganz auf Null fallen.

Noch ein Wort zur wichtigen, aber gelegentlich ungeliebten **Dokumentation**: Erst- und Wiederholungsprüfungen sind grundsätzlich mit Datum, Ergebnis und Durchführendem zu dokumentieren, am besten in einem Beckenbuch, welches alle betrieblichen Vorgänge am Bauwerk sammelt, weil sonst derjenige, der an der Prozessleittechnik irgendwelche Änderungen oder Justagen durchführen soll, die aktuellen Einstellungen des Sensors nicht kennt. Eine gute Hilfe hierfür sind die Schemaskizzen in Baumann et al. (2017), in die die gewonnenen Maße eingetragen werden können. Schnellprüfungen an aufgezeichneten Ganglinien brauchen nur gelegentlich zu Vergleichszwecken dokumentiert zu werden, auf jeden Fall aber dann, wenn eine Fehlfunktion entdeckt wurde. Normalerweise genügt ein Papierausdruck der untersuchten Ganglinie (mit Datum) und ggf. handschriftlichen Eintragungen zum Abheften.

3.3 STICHPROBENARTIGE NACHVERFOLGUNG VON MESSWERTEN UND BETRIEBSZUSTÄNDEN

Eine weitere Möglichkeit zur unterjährigen Qualitätssicherung der Messdaten besteht in der stichprobenartigen Nachverfolgung einzelner Messwerte oder Betriebszustände vom Signalgeber bzw. Messgerät bis hin zum finalen Eintrag in das Betriebstagebuch. In dieser Messkette können sich im laufenden Betrieb ebenfalls systematische Fehler einschleichen.

In der Praxis zeigt sich, dass etwa der Austausch defekter Messgeräte oder Armaturen oder auch Softwareupdates zu Signalfehlern durch fehlerhafte Messbereiche, Einstellungen oder Skalierungen führen können. Diese sind in der Jahresauswertung oftmals schwer zu erkennen. Ein weiteres typisches Problem stellen alternde Trennverstärker im Schaltschrank dar, deren Stromsignale mit der Zeit ›abdriften‹ können. Dann gelangen fehlerhafte, jedoch scheinbar plausible Werte zum Analogeingang der SPS. Solche Abweichungen lassen sich in der Regel nur durch wiederholte und gezielte Prüfungen identifizieren.

Dabei werden die relevanten Signale direkt am Messgerät oder im Schaltschrank abgelesen und bis zur Anzeige im Prozessleitsystem, oder bei reinen Zählwerten bis zum Eintrag in das Betriebstagebuch, nachvollzogen. Besonders bei Systemänderungen durch externe Dienstleister, die nicht in den gesamten Datenerfassungs- und Verarbeitungsprozess eingebunden sind, ist eine solche Nachverfolgung empfehlenswert, da ggf. Änderungen auf allen Ebenen des Signalwegs notwendig sein können. Je nach Personalressource, Fachkompetenz und technischer Möglichkeiten ist für diese Prüfung das Hinzuziehen von externen Fachleuten sinnvoll oder notwendig.

3.4 KONDENSATION DER DATEN ZU RÜB-PROTOKOLLEN

Bei der Kondensation, also Zusammenfassung, von Messdaten, ist es das Ziel, potenzielle Fehler, Unstimmigkeiten oder technische Probleme frühzeitig zu erkennen und zeitnah zu beheben. So lässt sich sicherstellen, dass zum Jahres- oder Monatsende eine ausreichende Datenqualität und -quantität vorliegt, um eine aussagekräftige Auswertung der Statistik durchführen zu können.

Idealerweise wird die regelmäßige Datenprüfung vom Betriebspersonal selbst vorgenommen. Voraussetzung dafür ist ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise des Bauwerks, der eingesetzten Messtechnik sowie der Datenübertragung – von der Erfassung bis hin zur Eintragung ins Betriebstagebuch. Dabei gilt der Grundsatz ›Learning by Doing‹: Je intensiver sich das Betriebspersonal mit den eigenen Anlagen beschäftigt, desto stärker wächst das Verständnis für den Gesamtprozess.

Liegen an einem Regenbecken Messdaten in Form von Ganglinien vor, sind die weiteren Schritte der Speicherung, Sicherung, Datenauswertung und Visualisierung zumeist Sache der Prozessleitsystem- (PLS-) Software oder in einigen Fällen eines speziellen Messdatenmanagementsystems. Der Betreiber als Programmnutzer klickt auf entsprechende Buttons in der Software, um automatisch etwa ein RÜB-Jahresprotokoll zu erstellen. Er kann die interne Funktion in aller Regel nicht beeinflussen. Dennoch gibt es aber einige für den Betreiber ganz wesentliche Arbeitsschritte für eine Qualitätssicherung der Daten:

Der erste Schritt sollte immer die Speicherung auch der Rohdaten im PLS sein. In aller Regel macht die dortige Software dies heute jedoch automatisch. Früher hat man hier gerne auf Datensparsamkeit geachtet, um vermeintliche ›Datenfriedhöfe‹ zu vermeiden. Heute ist jedoch Speicherplatz sehr preisgünstig zu haben, und im Zeitalter von Terabyte-Festplatten sollten niemals nur verarbeitete Daten ›aufgehoben‹ und die Rohdaten überschrieben werden – man vergibt sich sonst die Möglichkeit, die Ganglinien zu einem späteren Zeitpunkt nochmals einsehen zu können, in Einzelfällen auch zu einer späteren Korrektur.

Es sollte stets auch für den Betreiber (und nicht nur für Fachpersonal des PLS-Programmierenden) ohne Probleme möglich sein, aus dem Datenarchiv Wasserstandsganglinien beliebiger Tage aus der Vergangenheit reproduzieren zu können, etwa wenn es an diesem Tag ein Extremereignis gegeben hat. Die verwendete Software sollte diese Funktionalität unbedingt bieten.

Dass die Gangliniendaten eine hinreichend enge zeitliche Auflösung haben sollten, wurde bereits erwähnt. In Baumann et al. (2017) sind dazu noch einige weitere Dinge gesagt, so ist etwa das ›Delta-Event-Verfahren‹ beschrieben, das Daten nicht regelmäßig z. B. jede Minute abfragt, sondern nur dann, und zwar mit Zeitstempel, wenn sich der Messwert um einen bestimmten Prozentsatz ändert.

Der Betreiber sollte, sobald Ganglinien von Regenereignissen vorliegen, die beschriebene Schnellprüfung dieser Ganglinien und der Sensoren durchführen. Das ist der grundlegende Plausibilitätstest und deshalb ist seine häufige Durchführung sehr wichtig. Wenn sich hier zeigt, dass die Anlage unplausible Ganglinien produziert oder sich der Messbereich offensichtlich verstellt hat, sind die Messungen wertlos und alle folgenden Arbeitsschritte sind umsonst. Es ist dann zunächst ganz kurzfristig die Messeinrichtung in Ordnung zu bringen.

Anhand der Ganglinien wird nun eine automatische Ereigniserkennung durchgeführt, in der Regel durch die PLS-Software. Im Wesentlichen vergleicht sie den Wasserstand mit der aus der Erstprüfung der Messstelle bekannten Höhe der Wehrschwelle; Wasserstand höher als Schwelle bedeutet Überlaufereignis. Auch hier gibt es in Baumann et al. (2017) einige Spezialitäten.

Intern stellt die Software nun die registrierten Überlaufereignisse (ebenso Einstauereignisse) als Ereignisbeginn und Ereignisende, jeweils mit Kalendertag und Uhrzeit, zusammen. Hilfreich ist es, wenn der Betreiber aus dem PLS-System diese Liste als Tabelle gleichfalls abfragen kann, beispielsweise monatlich. Er kann dann zunächst stichprobenartig sehr einfach sehen, ob die aufgezeichneten Ereignisse plausibel sind – hat es an dem betreffenden Tag tatsächlich stark geregnet oder liegt vielleicht ein Hochwasser höher als die Schwelle vor, welches an manchen Becken ein Überlaufen vortäuscht? In solchen Verdachtsfällen ist dann der bereits beschriebene Rückgriff auf die Ganglinien des betreffenden Tages aus dem Datenarchiv hilfreich. Man sieht dann, was tatsächlich ›los war‹. Auch ein eventueller Einstau oder gar Überlauf bei Trockenwetter lässt sich so erkennen.

Nächster Schritt der Datenkondensation im PLS-System ist das Feststellen der Entlastungshäufigkeit in Kalendertagen und der summierten Entlastungsdauer in Stunden pro Monat. Hier sollte der Betreiber sich jeden Monat gleichfalls das Protokoll ausgeben lassen und dieses – wieder nur stichprobenartig – mit der Liste der Ereignisse in diesem Monat vergleichen. Bei Bedarf ist eine Überprüfung möglich. Letzter Schritt ist das Generieren eines Jahresprotokolls, das dann aber nur die Monatsprotokolle zusammenfasst.

Hat der Betreiber die beschriebenen Schritte regelmäßig durchgeführt, kann er die Messdaten getrost als ›geprüft‹ betrachten. Sie können dann der Wasserbehörde gemeldet oder aber direkt in ein Webportal hochgeladen und dort freigegeben werden. In der Regel hat das Prozessleitsystem eine entsprechende Datenschnittstelle, sodass die zeitaufwändige Handeingabe und vor allem auch damit verbundene Fehlerquellen vermieden werden. Auch hier empfiehlt es sich aber, die hochgeladenen Daten mit den RÜB-Jahresprotokollen zu vergleichen: Wurden die Daten vollständig hochgeladen? Ist die Zuordnung zum betreffenden Bauwerk korrekt?

Es sei nicht verhehlt, dass der Umgang mit Messdaten in Mischwassernetzen mit zahlreichen Becken auch eine gewisse Arbeitszeit und das Bereitstellen entsprechender Personalressourcen beim Betreiber erfordert, was aber durch die gewinnbaren Erkenntnisse wettgemacht wird. Das schließt jedoch nicht aus, dass ein Betreiber mit den beschriebenen Kontroll- und Prüftätigkeiten auch einen fachkundigen externen Dienstleister beauftragt.

Typische Fehlerquellen – etwa durch verschmutzte Sensorik, schadhafte Mechanik, Vandalismus oder spontan entstandene bauliche Mängel – lassen sich durch regelmäßige Sichtung und Bewertung der Messdaten frühzeitig identifizieren. So entsteht eine möglichst konsistente und plausible Datengrundlage, die wie genannt die Voraussetzung für eine korrekte und umfassende Jahres- oder Monatsauswertung bildet. Eine solche wird mittlerweile vom Land Baden-Württemberg im Rahmen der Qualitätssicherung zur Erhebung der Bestandssituation der Mischwasserentlastungsbauwerke explizit gefordert (LUBW 2024).

3.5 UMGANG MIT MESSAUSFÄLLEN

Ein ganz wichtiges Thema bei der Erfassung und Archivierung von Daten ist der Umgang mit Messausfällen. Diese sind nur durch die beschriebene regelmäßige, zeitnahe Kontrolle der Messdaten zu reduzieren. Ganz vermeiden wird man Messausfallzeiten nicht können, zumal diese verschiedene Ursachen haben können – es sei denn, man betreibt einen sehr hohen Aufwand mit redundanten (d. h. doppelt vorhandenen) Sensoren. Das ist aber für Daten der Einstau- und Überlaufaktivität nicht gerechtfertigt.

Ein ausgefallener Sensor kann natürlich keine Überlaufereignisse mehr erkennen. Falsch wäre es aber, die Ausfallzeit einfach ohne weitere Maßnahmen durchlaufen zu lassen, weil sie dann nämlich wie eine Zeitperiode interpretiert wird, in der das Becken nicht übergelaufen ist. Das würde zwangsläufig zu einer Fehleinschätzung des Jahresverhaltens führen, also beispielsweise im Sinne des Rankings bei einem sehr lange und häufig überlaufenden Becken die angezeigte Häufigkeit auf ›selten‹ und die Dauer auf ›kurz‹ drücken, nur weil während einiger Monate der Sensor ausgefallen war und dies nirgends vermerkt wurde.

Ausfallzeiten müssen deshalb vom Betreiber in jedem Fall protokolliert werden, im einfachsten Fall zunächst von Hand im Beckenbuch. Es ist Sache der Funktionalität der Prozessleitsystem-Software oder des Messdatenmanagementsystems, wie diese Ausfallzeiten dort eingepflegt und vermerkt werden können. Da die Anlage einen Messausfall oft nicht automatisch erkennen kann, muss der Betreiber hier selbst aktiv werden und im Rahmen seiner Kontrollen der Monats- und Jahresprotokolle (siehe oben) Messausfallzeiten berücksichtigen.

Ausgefallene Messeinrichtungen müssen in jedem Fall wieder umgehend funktionsfähig gemacht werden, da sonst die gesamte Datenerfassung wertlos ist. Bei Bedarf, etwa wenn ein Sensor gegen ein neueres Modell getauscht wurde, ist dazu die Messstelle wieder einer Erstprüfung zu unterziehen.

Ein besonderes Kapitel ist die mögliche Ergänzung der durch die Messausfallzeiten entstehenden Datenlücken, die aber normalerweise nicht der Betreiber zu veranlassen braucht, sondern derjenige, der die Messdaten in irgendeiner Form weiter auswerten möchte. Ob das sinnvoll oder gar erforderlich ist, ist abhängig von der Aufgabenstellung. Grundsätzlich ist eine Ergänzung von Datenlücken mit hineinkopierten Daten, beispielsweise Mittelwerten für eine monatliche Entlastungsdauer, ein sehr problematisches Thema. Grundlage ist auch hier die Dokumentation der Messausfallzeiten durch den Betreiber, da man diese an den Protokollen und auch an eventuell im Datenarchiv zugänglichen Ganglinien nicht immer klar ersehen kann. Es sei hier auch auf das Merkblatt DWA-M 151 (2014; künftig DWA-M 181-5) über Messdatenmanagementsysteme verwiesen.

3.6 BAUWERKSSTECKBRIEF ZUR ZUORDNUNG DER KONSTRUKTIVEN GESTALTUNG

Zu den aufgezeichneten Messwerten des Überlaufverhaltens gehören immer auch Informationen über das betreffende Regenbecken, die sogenannten Metadaten. In Prozessleitsystemen und Webportalen werden diese zusammen mit den Messdaten abgespeichert, um Letztere den einzelnen Bauwerken zuordnen zu können. Elementar sind der Name des Beckens, oft auch die geographische Position, der Beckentyp (Fang- und Durchlaufbecken), Haupt- oder Nebenschluss, das Volumen und der Drosselabfluss sowie meist auch noch einige andere Daten, etwa Verwaltungsinformationen wie das Datum der wasserrechtlichen Erlaubnis. Für das Erstellen solcher Metadaten sind oft Zusatzinformationen erforderlich, z. B. aus einer Schmutzfrachtberechnung, und diese Metadaten werden daher meist nicht vom Betreiber, sondern von einem Planer oder teilweise sogar von der Wasserbehörde selbst festgelegt.

Abbildung 13: Beispiel für einen Bauwerkssteckbrief (Quelle: LUBW (2024), gekürzt)

Foto: © Runrun2/Shutterstock.com

Generell sollte für jedes Becken neben diesen textlichen und numerischen Daten aber auch ein Bauwerkssteckbrief existieren. Der Leitfaden LUBW (2024) gibt hierfür ein gutes Beispiel als Anlage zu Schmutzfrachtberechnungen. Auf einer Seite sind alle Zahlenwerte zum Becken zusammengestellt und außerdem auch eine Bauwerksskizze (Grundriss mit Angabe der wichtigsten Sohlen- und Schwellenhöhen). Ergänzt man diese mit Angaben über die im Becken eingebaute Technik (Reinigungseinrichtungen, Entleerungspumpen etc.) sowie mit den Positionen der Wasserstands- und sonstigen Sensoren, ist ein solcher Bauwerkssteckbrief eine sehr wertvolle Hilfe immer dann, wenn es um die Interpretation gesammelter Daten (von Ganglinien bis hin zu Jahresprotokollen) geht und erlaubt auch Dritten, etwa einem beauftragten Ingenieurbüro, die fachkundige Beurteilung.

Es wird deshalb empfohlen, einen solchen Bauwerkssteckbrief auszuarbeiten und als normalerweise nicht veränderbare Grafik (etwa ein PDF) zu den Metadaten hinzuzufügen und wenn möglich auch zusammen mit diesen Metadaten in das Webportal hochzuladen. Auf jeden Fall gehört ein Ausdruck davon in das Beckenbuch. Den Bauwerkssteckbrief wird nur in seltenen Fällen der Betreiber selbst erstellen. Vielmehr ist es sinnvoll, den Beckensteckbrief aus entsprechenden Angaben in der Schmutzfrachtberechnung vom dortigen Planer ableiten zu lassen und mit Angaben des Betriebs über die installierte Messtechnik zu ergänzen. Auch ein Abgleich mit der Funktionsbeschreibung des Beckens, wie sie als Pflichtenheft für den Ausrüster der EMSR-Technik vorliegen muss (vgl. das Beispiel im Anhang), ist für den Bauwerkssteckbrief wichtig. Wird eine Schmutzfrachtberechnung, oft erst nach 10 – 20 Jahren, wiederholt, so sollten auch die Metadaten des Beckens sowie der Bauwerkssteckbrief aktualisiert werden.

3.7 FREIGABE GEPRÜFTER DATEN DURCH DEN BETREIBER

Wenn Messdaten der Einstau- und Entlastungsaktivität in ein Webportal hochgeladen worden sind, hat dieses häufig eine Funktion, um die Daten durch den Betreiber als ›freigegeben‹ zu kennzeichnen. Daraufhin werden diese Daten vor einem Überschreiben geschützt und können normalerweise nicht mehr nachträglich verändert werden. Die Freigabe sagt also auch gleichzeitig aus, dass die Daten vom Betreiber auf Plausibilität und weitgehende Korrektheit geprüft worden sind.

Doch wann kann ein Betreiber ›guten Gewissens‹ Daten in dieser Weise freigeben? Eine kurze Checkliste fasst Kap. 3.2 und 3.3 zusammen und könnte dabei so aussehen:

- Basis ist die erfolgte Erstprüfung aller Messeinrichtungen im Rahmen des jeweiligen Probebetriebs (Dokumentation im Beckenbuch). Dann ist sichergestellt, dass die Anlagen schon einmal korrekt funktioniert haben. Wenn Zweifel bestehen oder die Erstprüfung sehr lange her ist, sollte eine Wiederholungsprüfung durchgeführt werden.

- Regelmäßiges stichprobenartiges Prüfen der Ganglinien aller Becken (am besten nach jedem Regentag, mindestens aber nur wenige Tage später): Gab es Überlaufereignisse? Wenn ja: Sehen die Ganglinien plausibel aus? Liegen die Plateaus in der Wasserstandsganglinie, die beim Erreichen der Überlaufschwelle gebildet werden, in der korrekten Höhe?

- Monatliche Kontrolle der Liste der Überlaufereignisse (Beginn und Ende), ist diese plausibel? Passt diese stichprobenartig zu den Ganglinien?

- Stichprobe der Monats- und Jahresprotokolle, gibt diese die erfassten Entlastungsereignisse korrekt wieder?

- Wurden Messausfallzeiten korrekt vermerkt? Welcher Sensor an welchem Becken? Wann aufgefallen? Wann behoben? Ggf. Prüfung durchgeführt?

- Wurden dabei außergewöhnliche Zustände entfernt oder fehlende oder unplausible Daten durch synthetische Daten ersetzt? Welche und warum? (Wie gesagt, sollte das die Ausnahme sein und bedarf einer Begründung).

Man kann die Ergebnisse dieser Checkliste vor dem Hochladen auch in einem kleinen Formular zusammenfassen (Tabelle 2), welches quasi als Merkzettel an die wichtigen Dinge erinnert, aber nicht mit eingereicht zu werden braucht:

TABELLE 2: FORMULAR VOR HOCHLADEN DER ÜBERLAUFDATEN IN DWA BETRIEB

Regenbecken	(Name des Bauwerks)
Zeitlicher Umfang der hochzuladenden Daten zum Überlaufverhalten	(Startdatum-Enddatum)
Wann ist die Erst- bzw. die letzte Wiederholungsprüfung der Messeinrichtung vorgenommen worden?	(Datum)
Wie oft wurden die Ganglinien unterjährig regelmäßig in dieser Weise geprüft?	(wöchentlich, monatlich, nach Ereignis, nie)
Wann wurden Kontrollen der Listen der Überlaufereignisse und der Monats- und Jahresprotokolle durchgeführt?	(Datum)
Wurden Daten in DWA Betrieb (mit den verfügbaren Methoden) vor der Freigabe geprüft/plausibilisiert?	(ja/nein)
Bemerkungen	(Bemerkungen)
Daten in DWA Betrieb hochgeladen am	(Datum)
Verantwortliche Person:	(Name)

Die Liste sieht auf den ersten Blick recht umfangreich aus. Es ist jedoch zu beachten, dass es sich um die Überwachung einer an sich automatisch funktionierenden Messkette handelt. Die meisten Tätigkeiten sind daher wie erwähnt stichprobenartig und sollen nur dazu dienen, irgendwann auftretende Unregelmäßigkeiten in der Automatik zeitnah zu erkennen.

Bei der Frage des Aufwandes für das Betriebspersonal ist auch zu bedenken, dass die Tätigkeiten nicht nur zur Qualitätssicherung der aufgezeichneten Überlaufdaten dienen, sondern gleichzeitig auch die Funktionalitäten checken, die zum Betrieb des Beckens an sich erforderlich sind (z. B. zur Ansteuerung von Pumpen oder Reinigungseinrichtungen, vgl. Kap.4).

4 INTERPRETATION VON MESSDATEN MITTELS GANGLINIEN

4.1 ALLGEMEINES

Zur Interpretation der an Mischwasserentlastungsanlagen gewonnenen Messdaten hat sich die Darstellung und Visualisierung des gemessenen Wasserstandes (und anderer Größen) als Ganglinie, also in seinem Verlauf über die Zeit, etabliert. Jedes Prozessleit- oder Messdatenmanagementsystem bietet diese Visualisierungsmöglichkeit. Es ist für den fachkundigen Betreiber oder Planer überdies möglich, die Daten in ein von einer Tabellenkalkulation lesbares Format zu exportieren und dort nach eigenen Wünschen aufzubereiten.

Mit den nachfolgenden Abbildungen sollen anhand von Gangliniendarstellungen der Wasserstände und Durchflüsse an Drosselorganen typische Verläufe (idealisierte Kennlinien) gezeigt werden, wie sie sich in der Praxis einstellen. Die Ganglinien werden dabei Stück für Stück vom Einfachen zum Komplexeren aufgebaut und erläutert.

4.1.1 Trockenwetter-/Regenwetterfall – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Nur eine Wasserstandsmessung

Betrachten wir zunächst ein Fangbecken im Hauptschluss mit einer einzigen Wasserstandsmessung in der Speicherkammer (1) oder alternativ vor der BÜ-Schwelle (1*, vgl. Kap. 2.2.2). Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen hier typische Wasserstandsganglinien für den Trockenwetter- und Regenwetterfall. Im Trockenwetterfall folgt der Wasserstand dem Abflussgeschehen im Kanal. Oftmals bildet sich eine Trockenwetterganglinie mit ausgeprägtem Nachtminimum aus. Je nach Position des Sensors können im Trockenwetterfall für den Wasserstand aber auch nur Nullwerte auftreten (in Abb. 16 gezeigt). In diesen Fällen befindet sich der Nullpunkt des Sensors außerhalb des Trockenwettergerinnes und das Abflussgeschehen bei Trockenwetter wird nicht erfasst.

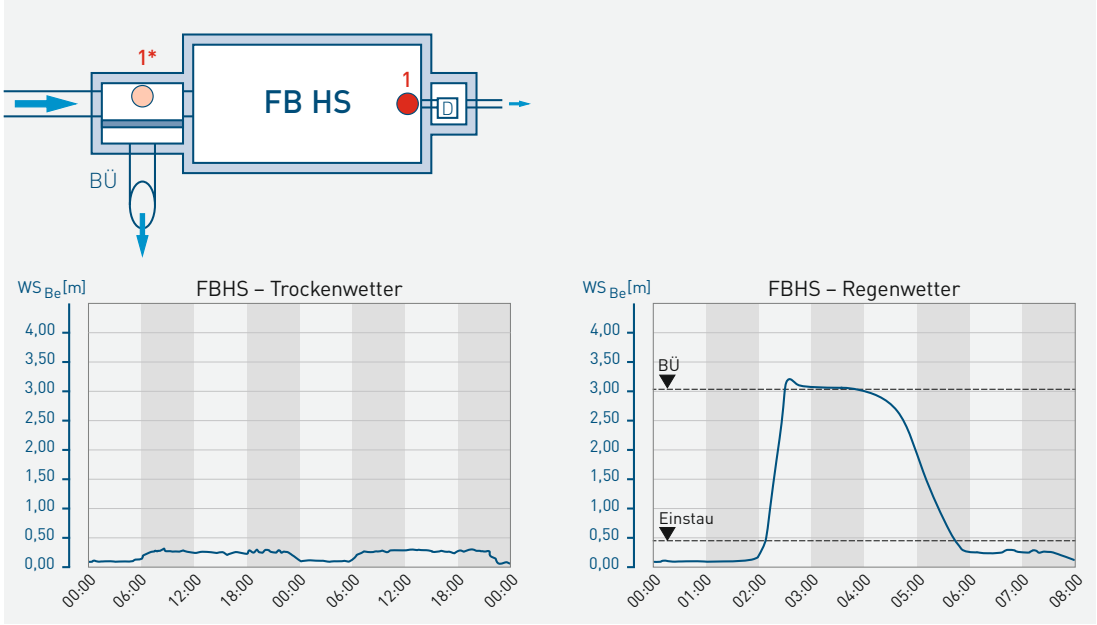

Abbildung 14: Wasserstandsganglinie in einem Fangbecken im Hauptschluss – Trockenwetterfall

Abbildung 15: Wasserstandsganglinie in einem Fangbecken im Hauptschluss – Regenwetterfall

Abbildung 15 zeigt im gleichen Bauwerk eine Wasserstandsganglinie im Regenwetterfall. Es treten deutlich höhere Wasserstände auf als bei Trockenwetter. Zu Beginn ist ein steiler Wasserstandsanstieg zu erkennen: Das RÜB füllt sich, weil der Zufluss den Drosselabfluss überschreitet.

Sodann findet eine Entlastung statt. Die typische Plateaubildung des Wasserstandes auf Höhe der Entlastungsschwelle, hier dem Beckenüberlauf, ist deutlich zu erkennen. Die Ganglinie verläuft bei der sich anschließenden Entleerung des Beckens flacher als bei der Befüllung, weil sich das Becken nur mit dem Regenwasseranteil des Drosselabflusses entleert.

Abbildung 16 zeigt jedoch, dass die Plateaubildung nicht immer erfolgen muss bzw. sichtbar ist. Auch wenn mehrere Überlaufereignisse vorliegen, sollte die Bestimmung der Schwellenhöhe nie allein mithilfe von Überlaufganglinien erfolgen. Ein Abgleich mit den Bauwerksdaten aus Bestandsplänen oder in Einzelfällen ein Nivellement vor Ort sind dann sinnvoll. Für eine fehlende Plateaubildung können beispielweise kurz andauernde Regenereignisse, ein großes Messintervall (15 Minuten und höher) oder eine sehr kurze (wenige Meter lange) Schwellenlänge mit entsprechend großen Überfallhöhen bereits bei schwachem Regen verantwortlich sein.

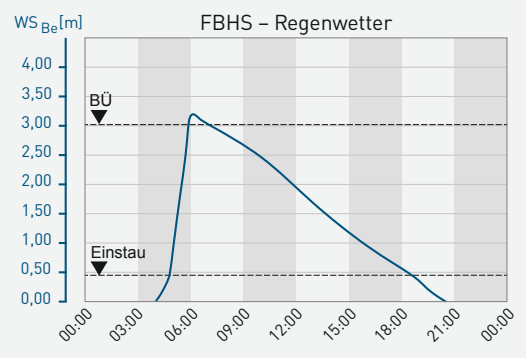

Abbildung 16: Wasserstandsganglinie in einem FBHS – Regenwetterfall ohne ausgeprägte Plateaubildung

4.1.2 Regenwetterfall – Durchlaufbecken im Hauptschluss (DBHS) – Nur eine Wasserstandsmessung

Bei einem Durchlaufbecken sind im Allgemeinen zwei Entlastungsstellen auf unterschiedlicher Höhe vorhanden (Kap. 2.2.3, 2.2.4): der Klärüberlauf und der höher liegende Beckenüberlauf. Bei den weitaus meisten schwächeren Regenereignissen springt dabei nur der Klärüberlauf an, während der Beckenüberlauf nur bei Starkregen zusätzlich aktiv ist. Ordnet man auch hier nur eine Wasserstandsmessung in der Sedimentationskammer an, bildet diese beide Überläufe ab.

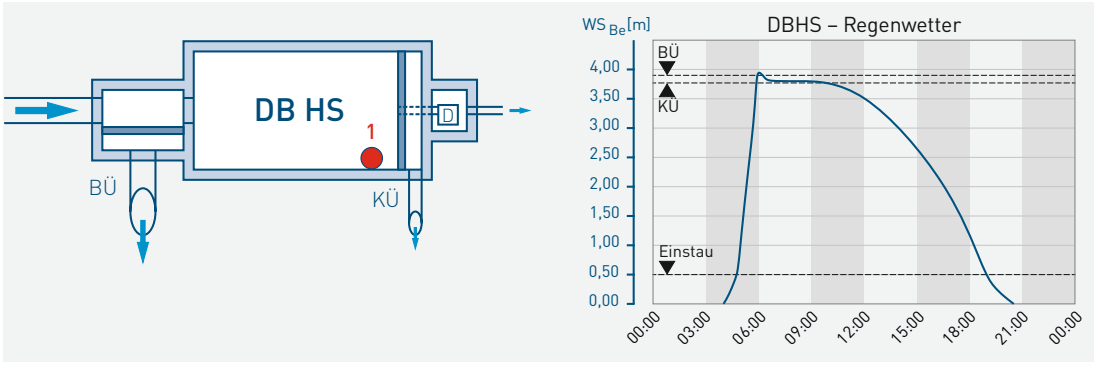

Abbildung 17: Wasserstandsganglinie in einem Durchlaufbecken im Hauptschluss – Regenwetterfall

In Abb. 17 ist eine typische Wasserstandsganglinie bei Regen dargestellt. Zu Beginn ist wieder der steile Wasserstandsanstieg der Beckenfüllung zu erkennen. Es findet sowohl am Beckenüberlauf als auch am Klärüberlauf eine Entlastung statt. Man sieht eine typische Plateaubildung des Wasserstandes auf Höhe des Klärüberlaufs. Die Entlastung am Beckenüberlauf ist deutlich kürzer; hier kann man oft kein zweites höheres Plateau erkennen, was bei Durchlaufbecken typisch ist.

4.1.3 Regenwetterfall – Fangbecken im Nebenschluss (FBNS) – Zwei Wasserstandsmessungen

Sind bei einem Becken im unechten Nebenschluss (hier einem Fangbecken) zwei Wasserstandsmessungen (im Trennbauwerk sowie im Becken) vorhanden, so korrespondieren die gemessenen Wasserstände im Bereich oberhalb der Trennbauwerksschwelle miteinander. Bei einem Fangbecken kann daher ein Beckenüberlaufereignis in der Regel an beiden Messungen abgelesen werden.

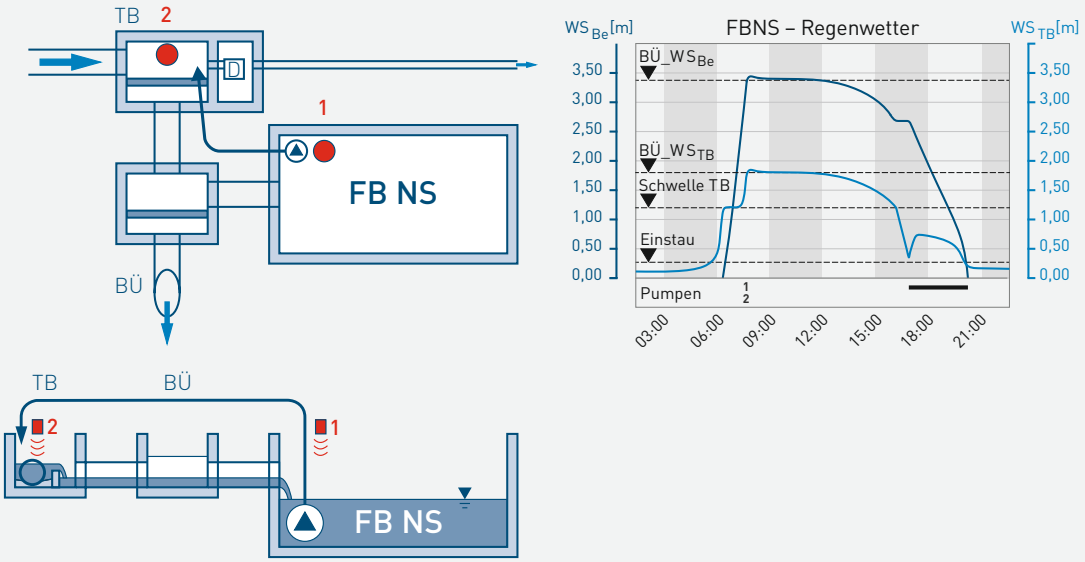

Abbildung 18: Wasserstandsganglinie in einem Fangbecken im Nebenschluss – Regenwetterfall

Abbildung 18 zeigt die beiden Wasserstandsganglinien (Becken: blau; Trennbauwerk: türkis) im Regenwetterfall. Durch die unterschiedlichen Sondennullpunkte – die Skalen zeigen jeweils den Wasserstand über Sondennull – liegen die beiden Ganglinien nicht übereinander, man erkennt aber ihre weitgehende Parallelität. Die typische Plateaubildung des Wasserstandes auf Höhe der Entlastungsschwelle ist in beiden Messungen deutlich zu erkennen. Auch die Trennbauwerksschwelle zeichnet sich durch ein kleines Plateau in der Ganglinie für den Wasserstand im Trennbauwerk ab.

Nach der Entlastungsphase, wenn der Wasserstand wieder absinkt, verlaufen beide Wasserstandsganglinien weiterhin parallel, allerdings nur bis die Schwelle des Trennbauwerks erreicht wird. Ab dieser Höhe sinkt der Wasserstand im Trennbauwerk schneller ab als zuvor und der Wasserstand im Becken verbleibt auf demselben Niveau (das Becken wartet auf die Entleerung). Sobald im Trennbauwerk ein definierter Wasserstand unterschritten wird (Grenzwert für die Freigabe der Beckenentleerung: sog. Trockenwetter-/Regenwettererkennung), erfolgt die Beckenentleerung über die Pumpen.

Infolge des dadurch vermehrten Zuflusses kann ein Anstieg des Wasserstandes im Trennbauwerk beobachtet werden. Sobald das Becken leer ist, schaltet die Pumpe ab und der Wasserstand im Trennbauwerk erreicht das Trockenwetterniveau. Bei hohem Fremdwasseranfall kann ein z. T. deutlich verlängerter Regennachlauf beobachtet werden, der sich dann in deutlich längeren Entleerungszeiten als üblich abzeichnet.

4.1.4 Trockenwetter-/Regenwetterfall – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung, eine Durchflussmessung am Drosselorgan

Ist am Drosselorgan eine Durchflussmessung vorhanden, die auch den Trockenwetterabfluss aufzeichnet, so bildet sich ähnlich zu Abbildung 14 in der Durchflussganglinie in der Regel ein Trockenwettergang ab (Ausnahme sind technisch nicht messbare, sehr geringe Durchflüsse). Im Regenwetterfall ist über die Durchflussmessung die Drosselung zu erkennen.

In Abbildung 19 (Trockenwetterfall) und Abbildung 20 (Regenereignis) sind Durchflussganglinien (rot) und eine Wasserstandsganglinie (blau) für ein Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) gezeigt. Der Trockenwettergang des Durchflusses mit ausgeprägtem Nachtminimum ist in Abbildung 19 deutlich zu erkennen. Der Wasserstand in der Speicherkammer ist in dieser Grafik durchgehend Null, da der Messsensor nicht über dem Trockenwettergerinne sitzt.

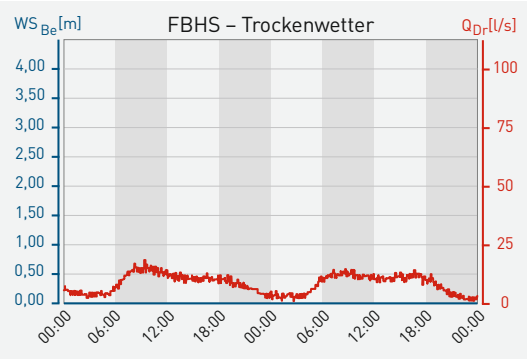

Abbildung 19: Durchfluss- und Wasserstandsganglinie in einem FBHS – Trockenwetterfall

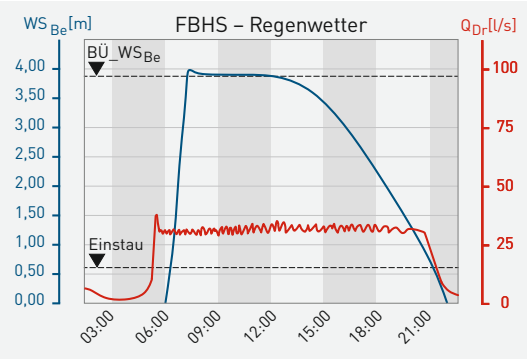

Abbildung 20: Durchfluss- und Wasserstandsganglinie in einem FBHS – Regenwetterfall

Den Regenwetterfall zeigt Abbildung 20. Wieder sieht man zu Beginn des Ereignisses für beide Messungen den steilen Ganglinienanstieg während der Beckenfüllung. Der Durchfluss steigt schnell bis auf Höhe des Drosselabflusses, hier etwa 30 l/s, und bleibt dann konstant (Regelung des Drosselabflusses). Der Wasserstand im Becken steigt bis zur Entlastungshöhe. Die typische Plateaubildung des Wasserstandes auf Höhe der Entlastungsschwelle ist deutlich zu erkennen.

4.2 SONDERFÄLLE/AUFFÄLLIGKEITEN

Nachfolgend werden einige Sonderfälle beschrieben. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass sie abweichend von den im vorherigen Kapitel 4.2 dargestellten typischen Ganglinienverläufen z. T. deutlich abweichen, was ein Indiz für Auffälligkeiten ist. Werden solche Auffälligkeiten entdeckt, ergibt sich hieraus oft ein Handlungsbedarf, in einigen Fällen sogar ein dringender.

4.2.1 Sonderfall Drosselverlegung – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung

Eine Verlegung (Verstopfung) der Drossel im Trockenwetterfall ist der kritischste Zustand an einem Mischwasserentlastungsbauwerk, da es bei Nichterkennen in aller Regel zu einer Einleitung von Rohabwasser in ein Gewässer kommt (sog. Trockenwetterentlastung). Eine Verstopfung füllt infolge des verhinderten Abflusses das Becken wie bei einem Regen, allerdings steigt der Wasserstand langsamer an. Dieser Unterschied zu einem Regenereignis ist an der Ganglinie des Wasserstandes sehr gut zu erkennen.

Abbildung 21 zeigt dunkelblau eine untypische Wasserstandsganglinie in einem Fangbecken im Hauptschluss (FBHS). Man erkennt ein erst schnelles, dann langsames Ansteigen des Beckenwasserstandes. Zum Vergleich ist gestrichelt eine typische Ganglinie bei einem Regenereignis mit eingezeichnet. Der beobachtete Anstieg des Wasserstandes im Becken ist viel langsamer als bei diesem typischen Regenereignis. Der Beckenablauf ist offensichtlich blockiert; das Becken füllt sich langsam durch den Trockenwetterabfluss und die mit steigendem Wasserstand flacher werdende Kurve deutet darauf hin, dass auch zunehmend Zulaufkanalvolumen mit eingestaut wird. Die unterschiedliche Charakteristik der beiden Ganglinien ist deutlich zu erkennen. **Achtung: Es besteht dringender Handlungsbedarf!**

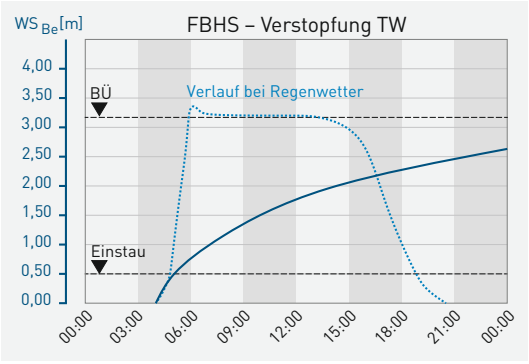

Abbildung 21: Wasserstandsganglinie in einem FBHS – Verstopfung

4.2.2 Sonderfall Fehlmessung infolge Blockdistanzunterschreitung – Eine Wasserstandsmessung

Speziell bei Ultraschallwasserstandsmessungen kann es zu Fehlmessungen kommen, wenn der Wasserstand zu nahe an den Sensorkopf heranreicht. Man spricht von einer sog. Blockdistanz, einem minimalen Abstand zwischen Wasseroberfläche und Sensor, bei dessen Unterschreitung keine Messung möglich ist (vgl. Baumann et al. 2017). Diese Fehlmessungen führen in der Regel dazu, dass viel geringere Wasserstände angezeigt werden als tatsächlich vorhanden sind. Da dieser Fehler nur bei hohen Wasserständen auftritt, ist er oft nur bei stärkeren Entlastungsereignissen zu beobachten und es kommt vor, dass er deshalb beim Probebetrieb übersehen worden ist. Erfolgt eine automatisierte RÜB-Protokoll-Erzeugung über das PLS, so ist die Entlastungsprotokollierung in dieser Form unbrauchbar.

Werden über den Wasserstand eines blockdistanzbeeinflussten Ultraschallsensors Aggregate angesteuert, so kann es zu einem ungewollten An- oder Ausschalten kommen. Rührwerke können beispielsweise eingeschaltet werden, während eine Entlastung stattfindet. Handelt es sich um Durchlaufbecken, so ergibt sich durch den Betrieb der Rührwerke während einer Entlastung am Klärüberlauf statt einer Sedimentation von Abwasserinhaltsstoffen ein vermehrter Austrag. In Abbildung 23 sieht man, dass die Rührwerke im Intervallbetrieb aktiviert werden, wenn der gemessene Wasserspiegel deutlich unter OK BÜ ist – durch die Fehlmessung wird dieser Zustand während des Entlastungsereignisses jedoch vorgetäuscht. Achtung: **Es besteht dringender Handlungsbedarf.**

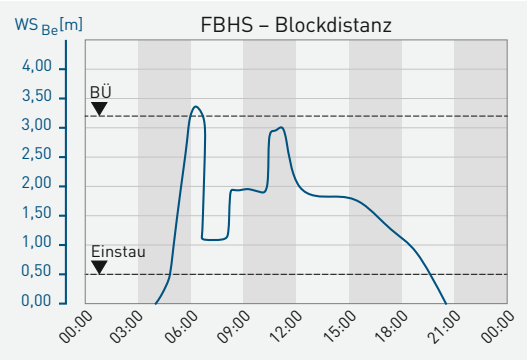

Abbildung 22: Wasserstandsganglinie in einem FBHS – unplausibler Verlauf infolge Unterschreitung der Blockdistanz

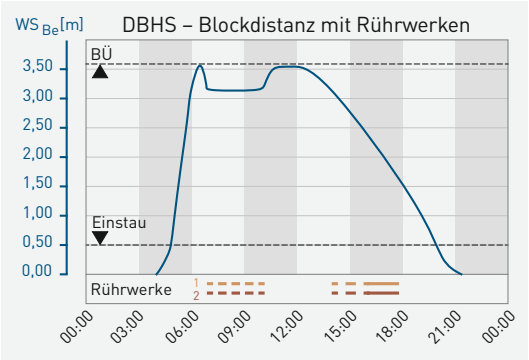

Abbildung 23: Wasserstandsganglinie in einem DBHS – der unplausible gemessene Wasserstandsverlauf infolge Unterschreitung der Blockdistanz führt zum Betrieb der Rührwerke während einer Entlastung

4.2.3 Sonderfall schwingende Stauklappe – Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) – Eine Wasserstandsmessung

Zur Aktivierung von Stauvolumen und zur Rückstausicherung sind manche Überlaufschwellen mit Wehrklappen als selbstregulierende Entlastungsorgane ausgerüstet, siehe Kap. 2.2.6. Diese halten z. B. mithilfe von Gewichten oder einem Federmechanismus ein bestimmtes Stauziel mehr oder weniger genau ein. Infolge der unvermeidlichen Reibung an Scharnieren und Seitendichtungen neigen Klappen in einigen Fällen jedoch zu Oszillationen, vgl. Weiß und Brombach (2001). Über die Ganglinienauswertung des Wasserstandes (Abbildung 24) oder auch des Klappenwinkels kann erkannt werden, ob eine Wehrklappe schwingt. Eine schwingende Wehrklappe führt zu schwallartigen Entlastungen, die aus Gewässersicht nicht erwünscht sind. Es muss eine Wartung der Stauklappe vorgenommen werden.

In Abbildung 24 ist eine Wasserstandsganglinie vor einer solchen Entlastungsklappe in einem Fangbecken im Hauptschluss (FBHS) bei Regen gezeigt. Zu Beginn ist auch hier ein steiler Wasserstandsanstieg bei der Beckenbefüllung zu erkennen, nun jedoch gefolgt von einem häufigen kurzen Auf und Ab des Wasserstandes infolge der Bewegung der Wehrklappe. Die typische Plateaubildung für eine Entlastung ist nur ansatzweise zu erkennen. **Achtung: Es besteht Handlungsbedarf!**

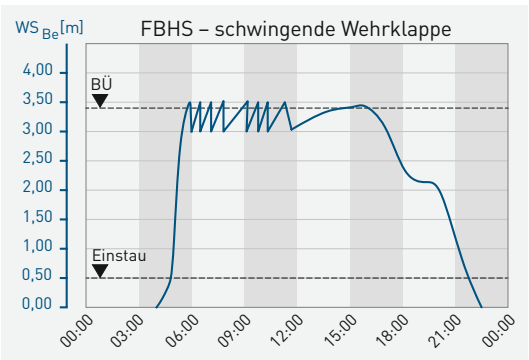

Abbildung 24: Wasserstandsganglinie in einem Becken mit selbstregulierendem Entlastungsorgan, welches während der eigentlichen Stauzielregelung schwingt. Das Niveau BÜ kennzeichnet hier keine feste Schwellenhöhe, sondern das Stauziel der Klappe.

4.2.4 Sonderfall Messfehler als Ausreißer – Eine Wasserstandsmessung

Messfehler, die sich als impulsartige Ausreißer zeigen, stellen bei der RÜB-Protokollierung eine schwerwiegende Fehlerquelle dar. In der Regel wird im PLS ein Wasserstand hinterlegt, ab dem ein Einstau oder eine Entlastung (KÜ, BÜ) erkannt werden. Die Anzahl dieser Ereignisse wird aufsummiert. Da Ausreißer oft den maximal möglichen Wert (Messspanne) annehmen, führt jeder Ausreißer dazu, dass in einem RÜB-Protokoll dafür ein Einstau und eine Entlastung (KÜ/BÜ) protokolliert werden. Das macht sich z. B. bei längeren Trockenperioden sehr störend bemerkbar, da dann viele Tage fälschlich als Tage mit Entlastungsereignissen klassifiziert werden. Das RÜB-Protokoll ist dann unbrauchbar, da es eine hohe Entlastungsaktivität vortäuscht. Die Überlaufdauer ist gegenüber den sehr kurzen Spitzen hingegen unempfindlich.

Ausreißer können systembedingt sein (Datenübertragungsfehler oder induktive Spannungsimpulse etwa beim Einschalten von Pumpen) oder von ungünstigen Sensoranordnungen herrühren, wenn sich beispielsweise Kanten (Bermen) im Messbereich des Sensors befinden. Abbildung 25 zeigt den Trockenwettergang des Wasserstandes, der immer wieder von Ausreißern unterbrochen wird. Diese Ausreißer können eindeutig als Fehlmessungen identifiziert werden.

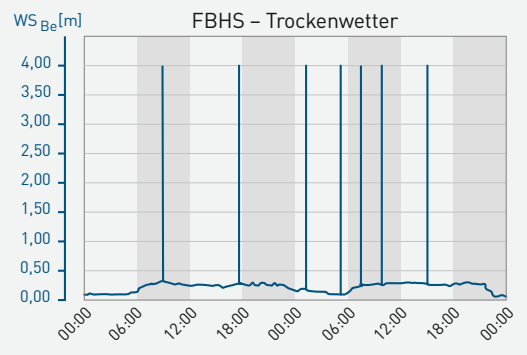

Abbildung 25: Wasserstandsganglinie in einem FBHS – Ausreißer

4.2.5 Sonderfälle Drift und Nullpunktverschiebungen – Eine Wasserstandsmessung

Die beispielsweise über einen Probebetrieb festgelegten Wasserstandsgrenzen für Einstau, Klär- und/oder Beckenüberlauf können sich über die Jahre in ihrem Wert verändern. Bei Drucksonden kann es zu einer Messwertdrift kommen, die ihre Ursache in der Alterung der Messmembran hat. Im Ergebnis wandert der Messwert allmählich in eine Richtung, sodass einmal festgelegte Grenzen für die Protokollierung nicht mehr stimmen und eine automatisierte RÜB-Protokollierung ohne Prüfung zu falschen Ergebnissen führt. Dieselbe Problematik tritt auf, wenn sich Nullpunkte von Messsonden verschieben, etwa wenn nach der Reinigung einer Drucksonde diese nicht mehr in dieselbe Ausgangslage gebracht wird und der Nullpunkt der Messung höher oder niedriger liegt als vor der Reinigung. Auch bei Radar- oder Ultraschallsonden können solche Phänomene auftreten, wenn beispielsweise bei Kanalreinigungsarbeiten durch Berührung die Sonde in ihrer Lage leicht verändert oder die Halterung verbogen wird.

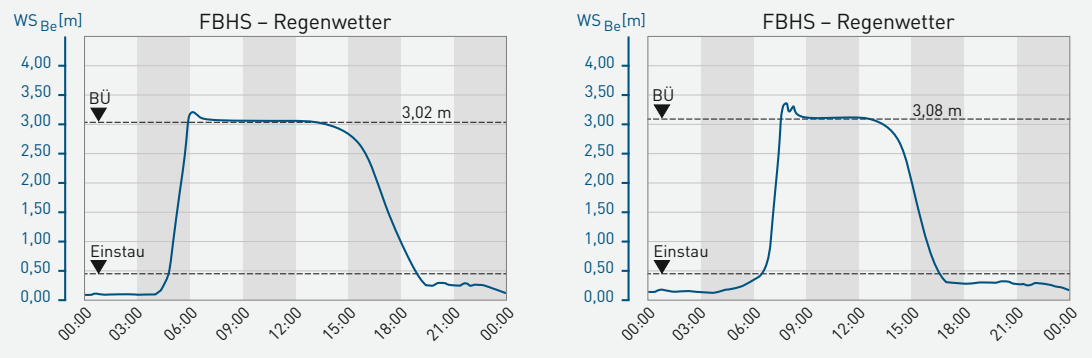

Abbildung 26: Wasserstandsganglinie vor (links) und nach (rechts) deutlicher Drift bzw. einer Nullpunktverschiebung

5 PRAKTISCHE ANWENDUNG

5.1 ALLGEMEINES

Im Folgenden wird die Verwendung von Messdaten für die unterjährige Prüfung anhand zweier realer, nicht idealisierter Beispiele beschrieben. Dabei handelt es sich um ein Regenüberlaufbecken ohne Steuer- und Regeltechnik (RÜB 1) und ein Regenüberlaufbecken mit Steuer- und Regeltechnik (RÜB 2). Bei letzterem lässt sich die Prozessweise und Funktionstüchtigkeit der eingebauten Technik prüfen. Dies dient dem Gewässerschutz, denn z. B. eine Entlastung über den Klärüberlauf bei eingeschalteten Rührwerken wirkt sich verheerend auf die Gewässer aus und führt zu Kurz- und Langzeitschädigungen.

Die empfohlene Herangehensweise beschränkt sich auf die Auswertung eines ›normalen‹ Einzelregenereignisses; damit vollzieht sich die unterjährige Prüfung zeitsparend und ist dennoch fundiert. Die vorgestellte Methode eignet sich für Regenüberlaufbecken (rund oder rechteckig) genauso wie für Stauraumkanäle.

5.2 PRÜFUNTERLAGEN

Vor Beginn der Messdatenprüfung/-auswertung müssen – je nach technischer Ausrüstung des Beckens – folgende Dinge gewährleistet sein bzw. die folgenden Prüfunterlagen bereitliegen:

- Zugriff auf Ganglinien (aus dem PLS bzw. im PLS) zur Visualisierung
- Anlagen- und Steuerbeschreibung des Beckens
- Liste der verbauten Messtechnik und Aggregate (Rührwerke, Rechen, Pumpen, ...)
- Messbereiche und Nullpunkte der Sensoren (0 % → m → müNN, 100 % → m → müNN)
- Bauwerkspläne mit Eintragung der Messsondenstandorte
- Dokumente zur Drosselprüfung

Zusätzlichen Erkenntnisgewinn erlangt man bei der Vor-Ort-Kontrolle, welche regelmäßig zu erfolgen hat. Aus der Inspektion gehen eventuell Hinweise hervor, die die Messtechnik beeinflussen und sich allein am Verlauf einer Ganglinie nicht erkennen lassen. Beispiele sind:

- fehlerhafte Aufhängung einer Drucksonde nach deren Wartung
- Verschmutzungen an der Messsensorik
- Signalfehler aufgrund fehlerhafter Messbereiche, z. B. Messbereichsüberschreitungen oder unterschiedlich eingestellte Messbereiche an Sonde und PLS
- Ungereimtheiten aufgrund eines Softwareupdates
- Bauwerksschäden oder sichtbare Schäden an der Messsensorik, z. B. Setzungen an einer Überlaufschwelle

Ein regelmäßiger, eventuell täglicher Blick auf die Ganglinien aller Becken im Prozessleitsystem (PLS) bedeutet nicht nur mehr Sicherheit für den Betrieb der Becken, sondern gibt auch Aufschluss über die Verfügbarkeit bzw. den Ausfall der Sensoren und Aggregate. Beides, die Vor-Ort-Kontrolle wie auch der Blick ins PLS, sind Routineaufgaben des Betriebspersonals.

5.3 VORGANG DER MESSDATENPRÜFUNG

Zunächst wählt man ein passendes Regenereignis aus, welches nachvollziehbare Ganglinien erwarten lässt. Besonders kurze und heftige Regenfälle, aber auch besonders lange Ereignisse oder gar Schneeschmelzen eignen sich nur sehr bedingt für eine Prüfung.

Aus den Bauwerksplänen des Beckens notiert man sich die möglichen Wasserstandsgrenzwerte, die man in der Wasserstandsganglinie wiederfinden sollte. Diese Grenzwasserstände können die Höhen der Oberkanten der Überlaufschwellen sein:

- Beckenüberlaufschwelle
- Klärüberlaufschwelle (bei Durchlaufbecken)
- Trennbauwerksschwelle (bei Nebenschlussbecken)
- Schwellenhöhe zwischen zwei Beckenkammern

Eine der wichtigsten Dokumente ist die Betriebsanweisung mit der Anlagen- und Steuerbeschreibung, die im Idealfall mit den Ergebnissen des Probebetriebs abgeglichen ist, vgl. DWA-A 166 (2013) sowie DWA-A 199-1 (2011) und DWA-A 199-2 (2007). Der Vergleich der realen Ganglinien mit der dortigen Beschreibung der Funktionsweise legt eventuelle Defizite offen. Umgekehrt kann auch der ordnungsgemäße Betrieb attestiert werden. Bei dieser Vorgehensweise ist es auch Dritten möglich, die Messdaten zu prüfen, weil die Steuerbeschreibung die Blaupause für den Prüfvorgang darstellt.

5.4 BEISPIEL: RÜB OHNE STEUER- UND REGELTECHNIK (RÜB 1)

5.4.1 Informationen zum Becken

Bei dem ersten Beispiel handelt es sich um ein polygonales Fangbecken im Hauptschluss, ausgebildet als ein Wirbelschachtbecken (rotierende Strömung bei Befüllung). Das nutzbare Speichervolumen beträgt rd. 400 m³. Das vorgelagerte statische Volumen ist unbekannt. Die Fließzusammenhänge am RÜB 1 verdeutlicht Abbildung 27. Bei Überschreiten des Drosselwertes von 35 l/s füllt sich das Becken. Sobald der Wasserspiegel die Beckenüberlaufschwelle erreicht, erfolgt die Entlastung ins nächstgelegene Gewässer. Der Beckenablauf ist mit einer mechanischen Drossel (Strahldrossel) ausgestattet und erfolgt im Freispiegel.

Die Messtechnik beschränkt sich auf eine Füllstandssonde im Becken (Beckeneinstau-(BE)-Sonde). Mit ihr können die Grenzwerte Beckeneinstau und Beckenüberlauf erkannt werden:

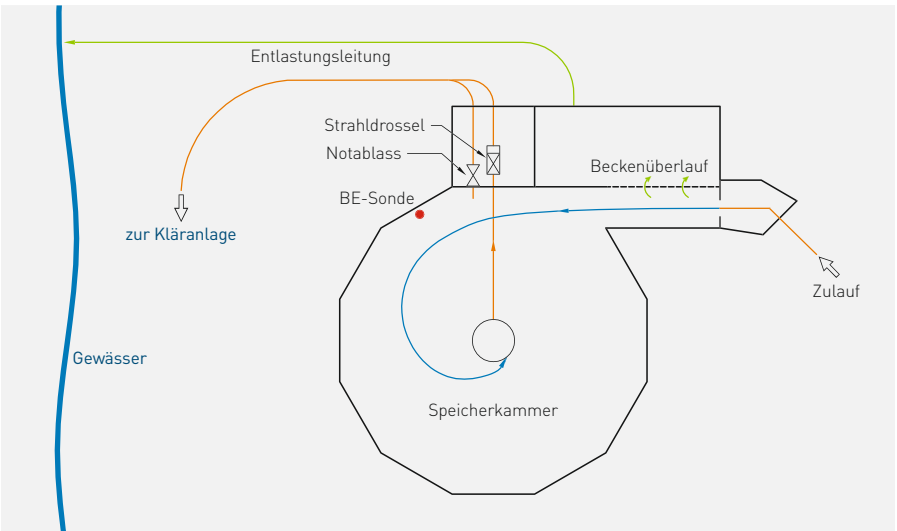

Abbildung 27: Schematische Darstellung der Fließwege am RÜB 1

Die Ganglinie der Wasserstandsmessung während eines beispielhaften Regens zeigt Abbildung 28. Sie zeigt das Füllen des Beckens bei Regenbeginn durch einen relativ steilen Anstieg bis zur Beckenüberlaufschwelle. Die Höhe der Überlaufschwelle kann anhand der Plateaubildung bei Überlaufende auf Basis mehrerer unterschiedlich ablaufender Regenereignisse überprüft werden. Sie sollte jedoch zur Vermeidung systematischer Fehler auch durch ein Nivellement festgelegt und dokumentiert worden sein.

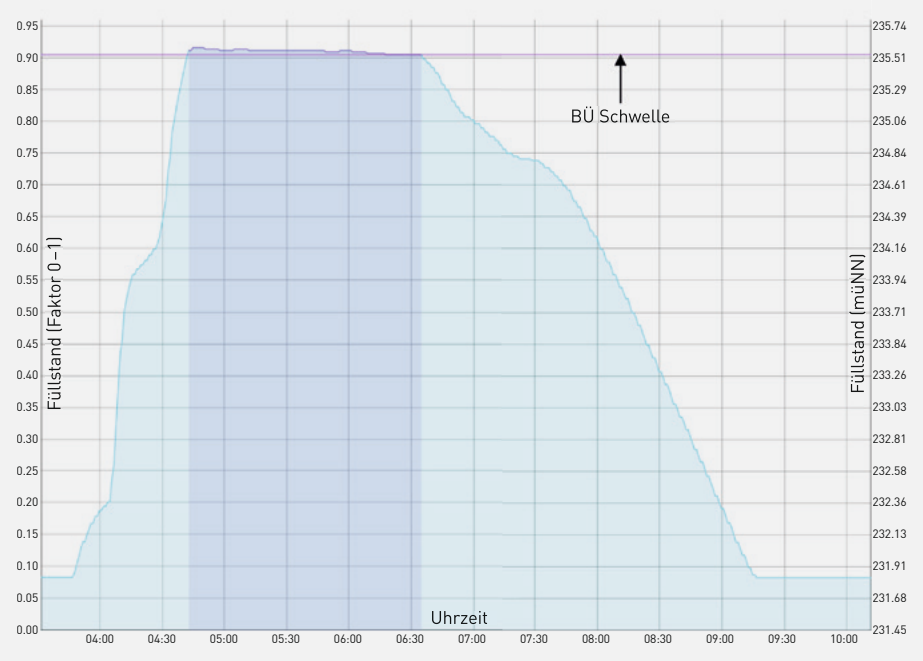

Abbildung 28: Ganglinie der BE-Sonde am RÜB 1

5.4.2 Prüfmöglichkeiten

a) Einstauverhalten

Die Sonde (Radarsonde) ist am Beckenrand montiert. Bei Trockenwetter entspricht der Messwert der Sohlhöhe des Beckens (231,83 müNN). Der Einstau beginnt, sobald der Wasserstand diesen Wert überschreitet, und endet, wenn der Wasserstand diesen Wert wieder annimmt. Um ein sauberes Detektieren zu ermöglichen, sollte der Grenzwert etwas höher, z. B. auf 232,00 müNN, gelegt werden. Eine Hysterese wurde hier nicht eingestellt.

Nach jedem Einstauereignis sollte das Endniveau nach Entleerung wieder dem vorherigen Ausgangsniveau entsprechen.

b) Entlastungsverhalten

Der Wasserstand des bei Entlastungsereignissen meist zu sehenden, kurzzeitigen Plateaus der Ganglinie sollte die Angabe aus der Planunterlage bzw. aus einem Nivellement bestätigen. Ist dies nicht der Fall, so wäre eine Nachvermessung oder Sondenprüfung angezeigt.

c) Überlaufdauer

Die Überlaufdauer muss kürzer als die Einstaudauer sein und Überlaufereignisse sollten zu den aufgezeichneten Regenereignissen passen. Dazu können z. B. Regendaten von der Kläranlage oder einem lokal nahegelegenen Regenschreiber herangezogen werden.

d) Beckenentleerung

An dem absteigenden Ast lässt sich die Entleerzeit ablesen (Zeitpunkt ›Ende Entlastung‹ minus Zeitpunkt ›Becken leer‹). Sie sollte nur in seltenen Fällen über 15 Stunden liegen. In dem Beispiel aus Abbildung 28 dauert die Entleerzeit von 06:35 – 09:17 Uhr, beträgt also rechnerisch 2 Stunden 42 Minuten.

Hinweis: Extrem lange Entleerzeiten nach jedem Volleinstau können auf folgende Ursachen hindeuten:

- hoher Fremdwasseranfall
- das Becken hat einen zu geringen Drosselabfluss im Vergleich zu den angeschlossenen Einwohnern und der Einzugsgebietsgröße
- das Becken hat zahlreiche Oberliegerbecken, die in der Summe einen größeren Drosselabfluss in das Becken liefern als es selbst zur Kläranlage abführt (Letzteres kann beabsichtigt sein)
- am Drosselorgan liegt ein Problem vor (Rückstau, Verstopfung, Blockade beweglicher Teile), daher ist der Drosselabfluss zu gering

e) Drosselfunktion

Bei sehr flacher Füllkurve ohne vorheriges Regenereignis, wie in Abbildung 21, liegt vermutlich eine Verlegung der Drossel vor. Diese Abfrage sollte als Störmeldung weitergeleitet werden.

5.5 BEISPIEL: RÜB MIT STEUER- UND REGELTECHNIK (RÜB 2)

5.5.1 Informationen zum Becken

Hinweis: Alle notwendigen Informationen, um das beschriebene Beispiel nachzuvollziehen, können dem Anhang ›Anlagen- und Steuerbeschreibung‹ entnommen werden. Der folgende Text gibt diese Informationen und Definitionen nur verkürzt wieder.

Bei dem folgenden Beispielbecken (Abbildung 29) handelt es sich um ein Fangbecken im Nebenschluss, ausgerüstet mit zwei Pumpen zur Beckenentleerung und zwei Rührwerken für die Beckenreinigung. Das nutzbare Beckenvolumen beläuft sich auf rd. 1 800 m³. Es gibt keinen nennenswerten vorgelagerten Stauraum oberhalb des Trennbauwerks. Die Beckenablaufmenge bestimmt sich aus einer lokal mit einer Messkampagne kalibrierten Wasserstands-Durchfluss-(Q(h)-) Beziehung auf Basis der Fließhöhenmessung im Messschacht[3]. Der Drosselabfluss soll 115 l/s betragen und wird über einen Regelschieber am Ablauf des Trennbauwerks eingestellt.

Abbildung 29 verdeutlicht die Fließzusammenhänge. In Rot dargestellt ist der Trockenwetterabfluss, welcher am Becken vorbei geleitet wird. Bei Abflüssen über dem Drosselabfluss staut sich das Trennbauwerk ein. Sobald die Trennbauwerksschwelle überschritten wird, füllt sich das Becken (blauer Bereich). Steigt der Wasserspiegel weiter an, dann findet nach Erreichen der Beckenüberlaufschwelle eine Entlastung in das Gewässer statt (grüner Bereich).

[3] *Die bei diesem Becken angewandte Methode der Abflussregelung ist u. U. fehlerbehaftet, verursacht durch Rückstau im Kanalnetz, Ablagerungen unter der Messsonde, Fließwechsel, etc. Bei Neubauten wird diese Methode nicht empfohlen (vgl. DWA-M 181 (2011)).*

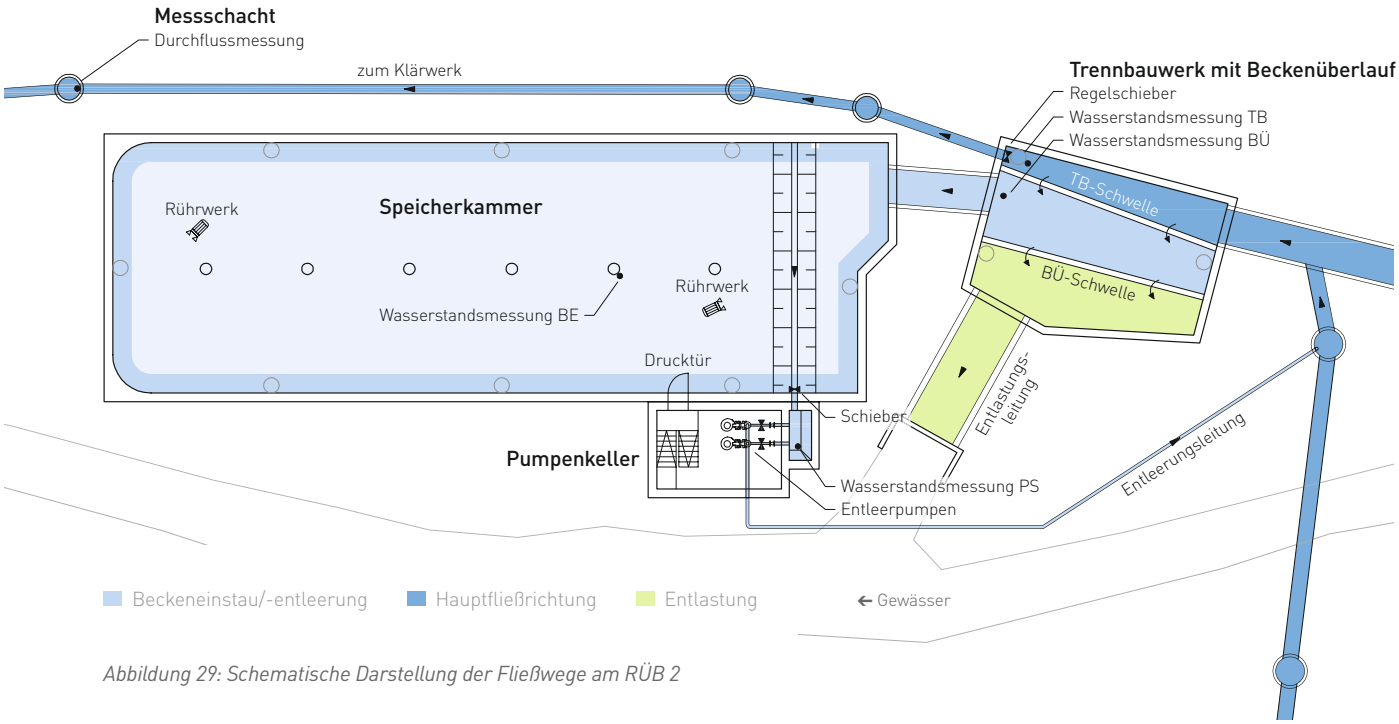

Abbildung 29: Schematische Darstellung der Fließwege am RÜB 2

5.5.2 Ganglinien

Abbildung 30 zeigt die Prozessdaten des RÜB 2 während eines Entlastungsereignisses. Die Bedeutung der Ganglinien ist in der Grafik erläutert. Bei den Aggregaten sind die Betriebszustände AN und AUS dargestellt.

Hinweis: Im Zuge der Prüfung (ab Kap. 5.5.3) werden die Messdaten mit den Angaben aus der Anlagen- und Steuerbeschreibung (➔ Anhang) sukzessive und in gleicher Reihenfolge verglichen.

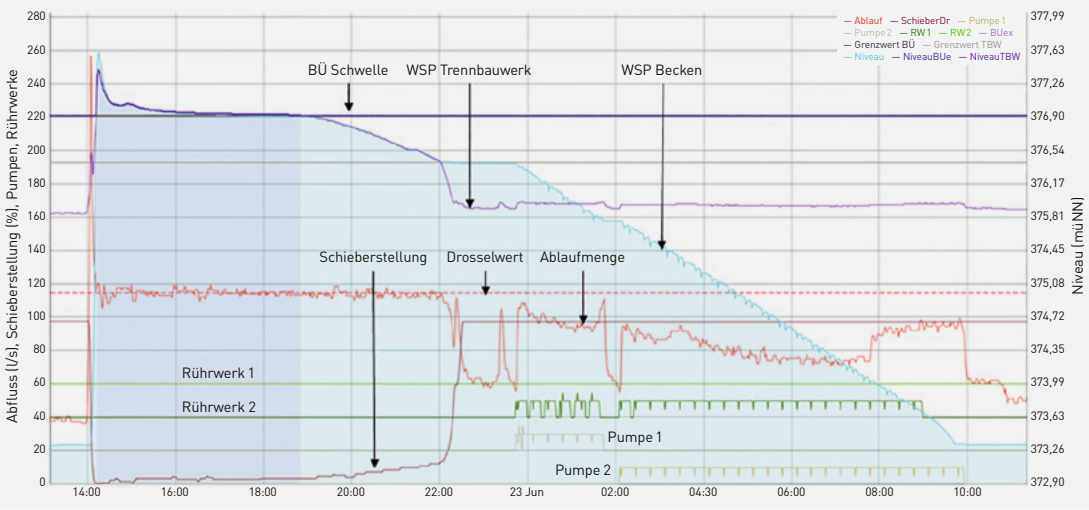

Abbildung 30: Wasserstandsganglinie und Betriebsdaten der Aggregate bei einem Entlastungsereignis am RÜB 2

5.5.3 Prüfung: Drosselorgan[4]

a) Ist der Drosselsollwert von 115 l/s eingehalten? Ja (Abbildung 31).
b) Ist die Regeldifferenz von +/- 5 l/s eingehalten? Ja (Abbildung 31).

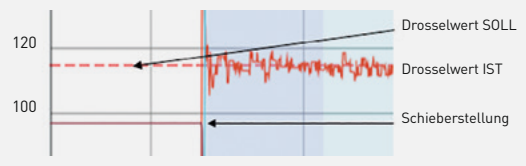

Abbildung 31: Ganglinie des Drosselabflusses und Vergleich mit dem Sollwert (Ausschnitt)

c) Steht der Regelschieber auf 70 %? Der Regelschieber ist im Trockenwetterfall fast vollständig geöffnet, er steht auf 98 %. Die Startstellung des Regelschiebers sollte laut Steuerbeschreibung auf 70 % abgesenkt werden, damit die Abflussspitzen zu Regelbeginn kleiner ausfallen[5].
d) Ist eine Verlegung zu sehen? Nein. Die beschriebenen Bedingungen für eine Verlegung sind nicht zu beobachten.
e) Fährt der Regelschieber taktweise auf und zu, um den Drosselabfluss einzustellen? Ja.
f) Ist ein Notbetrieb wegen Ausfall der Durchflussmessung zu beobachten? Nein. In diesem Fall sollte der Regelschieber auf 80 % fahren.
g) Funktioniert der Routinebetrieb? Am Verlauf der Ablaufganglinie und der Schieberstellung sollte bei Normalbetrieb (Trockenwetter) dienstags um 10:00 Uhr das Zu- und Auffahren des Regelschiebers zu beobachten sein.

5.5.4 Prüfung: Beckenentleerung

a) Zunächst wird das Becken bis auf Höhe der Trennbauwerksschwelle abgewirtschaftet, ohne dass eine Beckenentleerungspumpe anspringt (Abbildung 32).

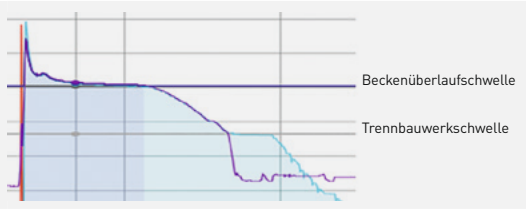

Abbildung 32: Ganglinie des Beckenwasserstandes während eines Überlaufereignisses (Ausschnitt)

b) Arbeiten die beiden Pumpen im Wechselbetrieb und halten sie die Ein- und Ausschaltpunkte ein? Ja (Abbildung 30). Nachdem der Drosselabfluss auf unter 56 l/s gefallen ist, ist die Pumpe 1 angesprungen. Gegen 01:40 Uhr gab es einen kleinen Nachregen, sodass der Drosselabfluss über den Grenzwert 110 l/s anstieg. Die Pumpe schaltet sich aus. Erst gegen kurz nach 02:00 Uhr fällt der Drosselabfluss wieder so weit ab (≤ 56 l/s), dass sich die Pumpe 2 einschaltet, die erste bleibt aus.

---

[4] *Der Abfluss wird wie bereits beschrieben nicht direkt gemessen, sondern die Prüfung beruht auf der Gültigkeit der durch eine Messkampagne ermittelten Q(h)-Beziehung.*

[5] *›Lauerstellung‹ des Regelschiebers zur Reduktion der Fahrzeit des Schieberblattes bis zum Erreichen der Drosselstellung. Die Stellung darf allerdings nur so tief gewählt werden, dass die Trockenwetterspitze noch ungestört passieren kann.*

Hinweis: Im vorliegenden Fall funktioniert die Steuerung in Abhängigkeit der Drosselwassermenge sehr gut. Der Grund liegt darin, dass die Pumpenleistung unterhalb der Drosselwassermenge liegt. Läge sie darüber, würden sich die Pumpen ständig aus- und einschalten. In diesem Fall sollte die Beckenentleerung nach dem Füllstand im Trennbauwerk gesteuert werden (siehe alternative Bedingungen in der Steuerbeschreibung).

c) Die Beckenentleerzeit beläuft sich auf rund 10 Stunden. In Anbetracht der Nachregen, die die Beckenentleerung nicht nur verzögert, sondern auch unterbrochen haben, ist die Dauer in Ordnung.

5.5.5 Prüfung: Beckenreinigung

a) Zunächst ist festzustellen, dass die Betriebsdaten des Rührwerks 1 nicht angezeigt werden oder das Rührwerk ist defekt. Deshalb beschränkt sich die Prüfung auf das Rührwerk 2. Dies ist unkritisch, da beide Rührwerke gemeinsam arbeiten, also nicht unabhängig voneinander geschaltet werden.
b) Werden die Bedingungen für den Intervallbetrieb eingehalten? Ja. Das RW 2 schaltet richtigerweise bei dem Wasserspiegel 376,40 müNN (= TB Schwellenhöhe) ein, und zwar bei Tendenz fallender Wasserspiegel.

Hinweis: Die Bedingung für den fallenden Wasserspiegel ist wichtig, damit sich bei einsetzendem Nachregen die Rührwerke wieder ausschalten.

c) Werden die Arbeits- und Pausenzeiten eingehalten? Nicht ganz. Gemäß der Steuerbeschreibung sollen die Rührwerke alle 10 Minuten für 10 Minuten arbeiten. Die Pausenzeiten sind etwas kürzer eingestellt.

Hinweis: Kurze Pausenzeiten verbessern zwar die Durchmischung des Abwassers in der Speicherkammer, führen allerdings zu höherem Stromverbrauch.

d) Werden die Bedingungen für den Dauerbetrieb eingehalten? Ja. Der Wasserspiegel im Becken sinkt unter 375,70 müNN mit der Tendenz fallend. Das Rührwerk geht in Dauerbetrieb.

e) Funktioniert der Trockenlaufschutz? Ja. Bei einem Wasserspiegel unter 373,70 müNN schalten die Rührwerke ab.

Hinweis: Der untere Ausschaltpunkt muss beim Hersteller der Rührwerke erfragt werden. Er sollte so tief wie möglich liegen. Der Propeller darf allerdings nicht auftauchen.

5.5.6 Sondenprüfung

a) Zeigen die Wasserstandsmessungen im Trennbauwerk [B] und die im Becken [C] gleiche Messwerte an? Ja. In dem Bereich oberhalb der Trennbauwerksschwelle sind sie quasi deckungsgleich, weil in der Darstellung die gemessenen Wasserstände auf mNN umgerechnet sind. Aufgrund des bestandenen gegenseitigen Abgleichtests ist davon auszugehen, dass die Messwerte auch unterhalb der Trennbauwerksschwelle stimmen.
b) Sind Sondenausfälle zu verzeichnen? Zur Beantwortung dieser Frage muss ein längerer Zeitraum untersucht werden. In der Regel werden Sondenausfälle über eine Störmeldung erkannt.

5.5.7 Trockenwettergang

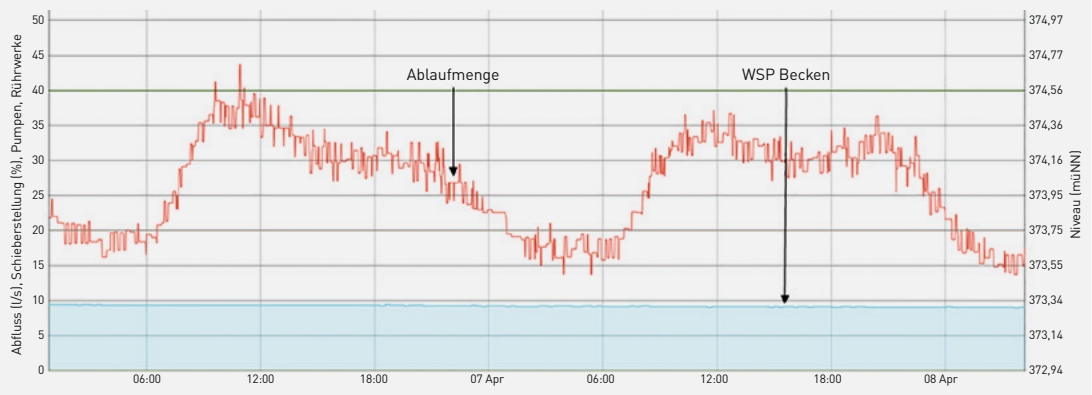

Abbildung 33: Trockenwettergang, sichtbar am gemessenen Abfluss bei geöffnetem Drosselschieber und leerem Becken

Hinweis: Bei den folgenden Überlegungen muss berücksichtigt sein, dass der Abfluss aus eventuell oberhalb liegenden Becken im Trockenwetterabfluss an der Messstelle enthalten ist. Dies ist hier nicht der Fall.
A) Ist das Becken leer? Ja.

Hinweis: Es kann vorkommen, dass sich Nebenschlussbecken auch bei Trockenwetter langsam füllen. Grund dafür könnte eine Undichtigkeit sein (zuströmendes Grundwasser) oder ein irrtümlich angeschlossener Kanal.
B) Wie hoch liegt der minimale Nachtabfluss? Bei ca. 15 l/s (Abbildung 33). Falls es nachts keine nennenswerten Schmutzwasserzuflüsse gibt, spiegelt der Messwert in etwa den Fremdwasserabfluss an dem Standort wider.
C) Wie hoch liegt die Tagesspitze? Bei ca. 38 l/s (Abbildung 33). Unter Abzug des Fremdwassers lässt sich der Schmutzwasseranfall zu 23 l/s ermitteln. Dieser Wert kann mit den Annahmen aus Modellberechnungen verglichen werden.
D) Liegt die Trockenwetterspitze in einem guten Verhältnis zur einzuhaltenden Drosselwassermenge? Ja. Die Drosselwassermenge ist etwa dreimal so hoch. Es sind keine überdurchschnittlich hohen Entleerzeiten zu erwarten.

5.6 SCHLUSSFOLGERUNG

Die Auswertemöglichkeiten unter Verwendung einzig der Beckeneinstausonde sind sehr eingeschränkt (Kap. 5.4). Sobald Aggregate und Stellorgane eingebaut sind, sollten deren Betriebsdaten erfasst werden. Bereits für die Einrichtung der EMSR-Technik wird eine Steuerbeschreibung benötigt, die den Prozessablauf beschreibt, wie er ordnungsgemäß zu erfolgen hat. Dies ist gleichzeitig auch die wichtigste Grundlage einer Messdatenauswertung und bietet neu einzuarbeitendem Personal die Möglichkeit, nach einem festen Prüfmuster – einer Art Checkliste – die Messdaten zu prüfen und Aussagen zu treffen.

Eventuelle Auffälligkeiten, die sich aus der beschriebenen Messdatenprüfung (Haas, 2022) ergeben, können nunmehr nach ihrer Dringlichkeit sortiert und sukzessive abgearbeitet werden. Dieses Vorgehen gewährleistet eine hohe Anlagenverfügbarkeit und dient damit dem Gewässerschutz.

Foto: © Samuel Baier

6 FAZIT

Eine zuverlässige Messdatenauswertung an Regenüberlaufbecken und Staukanälen setzt voraus, dass die zugrunde liegenden Daten sowohl plausibel als auch vollständig sind. Die vorgestellten, regelmäßigen unterjährigen Prüfmethoden – bestehend aus der Vor-Ort-Kontrolle, der Ganglinien-sichtung im Prozessleitsystem (dies eventuell sogar nach jedem Regentag) und der stichprobenartigen Nachverfolgung von Signalwegen – stellen praxistaugliche Möglichkeiten dar, um frühzeitig unplausible Messdaten zu erkennen und gegenzusteuern und somit eine Qualitätssicherung für die Messdaten zu erreichen.

Die regelmäßige, zeitnahe Prüfung über das Prozessleitsystem, insbesondere der Ganglinien von Beckenüberlauf und Beckeneinstau, sollte dabei als Mindestmaß einer fundierten Betriebsüberwachung angenommen werden. Sie ist auch ohne Vor-Ort-Besuch möglich und kann unabhängig von der Ereigniszeit im Nachgang von Regenereignissen vorgenommen werden.

Dennoch ist eine rein fernwirktechnische Bewertung häufig nicht ausreichend, um die Messwerte sicher einzuordnen. Erst das Begehen des Beckens, das Kennenlernen der baulichen Ausführung und deren Eigenarten ermöglichen eine deutlich fundiertere Bewertung der Messdaten. Deshalb ist eine ergänzende Vor-Ort-Prüfung insbesondere bei Unstimmigkeiten ausdrücklich zu empfehlen. Im Idealfall kann diese in Zusammenarbeit mit allen am Signalweg beteiligten Dienstleistern oder Mitarbeitenden umgesetzt werden.

Für die betriebliche Praxis ergeben sich daraus folgende Empfehlungen:

- Regelmäßigkeit schaffen: Die unterjährige Prüfung der aufgezeichneten Ganglinien sollte fest in den Betriebsablauf integriert und mit Wartungs- und Reinigungsarbeiten oder Überwachungsarbeiten kombiniert werden. So entsteht eine Prüfroutine mit minimalem Zusatzaufwand.
- Die von der Prozessleitsystem-Software zu Protokollen verdichteten Messdaten können gleichfalls auf einfache Weise auf Plausibilität geprüft werden, bevor sie vom Betriebspersonal in das Portal DWA Betrieb hochgeladen werden. Sie stehen dann dort für Auswertungen z. B. mit dem Ranking-Verfahren oder zur Validierung von Schmutzfrachtberechnungen zur Verfügung.
- Überdies kann (und sollte) regelmäßig aus aufgezeichneten Ganglinien auch die korrekte Funktion des Beckens überprüft werden. Dabei kann anhand der Funktionsbeschreibung des Beckens in der Anlagen- und Steuerbeschreibung vorgegangen werden.
- Auffälligkeiten, Korrekturmaßnahmen und Prüfzeitpunkte sollten in einem Beckenbuch systematisch und nachvollziehbar dokumentiert werden

Das pure Generieren von Messdaten (in Form von Ganglinien) oder von Betriebszuständen (als I/0-Werte) stellt keinen Mehrwert dar. Erst nachdem die Daten plausibilisiert und dann belastbar sind, können sie weiterverwendet werden. Und zwar nicht nur zur Nutzung im eigenen Betrieb oder für Überwachungszwecke der Aufsichtsbehörde, sondern auch als Grundlage für weitergehende Optimierungen im Bereich der Mischwasserbehandlung am Einzelbecken oder im Beckenverbund.

Die Prozesse auf der Kläranlage werden engmaschig und mit viel Engagement der Mitarbeitenden überwacht. Diese Handlungsempfehlung will dazu beitragen, dass die Kontrolle der Außenstationen denselben Stellenwert erhält, der ihnen in puncto Gewässerschutz gebührt.

In diesem Sinne wünschen die DWA und die Autoren allen AnwenderInnen der Handlungsempfehlung gutes Gelingen.

7 LITERATUR

- Baden-Württemberg (2018): Messen an RÜB. Schreiben des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg an die Regierungspräsidien und Unteren Wasserbehörden, 02.07.2018 (unveröffentlicht).

- Baumann, P., Lieb, W., Weiß, G. (2017): Regenbecken im Mischsystem: Messen, Bewerten und Optimieren. Stuttgart: DWA-Landesverband Baden-Württemberg. Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenüberlaufbecken, Heft 13.

- BayLfU (2024): Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken. Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (aktualisierte Neuauflage).

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

- Dettmar, J., Weiß, G. (2025): Im Spiegel der Statistik: Abwasserkanalisation und Regenwasserbehandlung in Deutschland. Korrespondenz Abwasser, Heft 5, S. 333-342.

- DWA-A 100 (2006): Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-A 102-2 (2020): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-A 111 (2010): Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-A 166 (2013): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-A 199-1 (2011): Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen. Teil 1: Dienstanweisung für das Personal von Abwasseranlagen. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-A 199-2 (2007): Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen. Teil 2: Betriebsanweisung für das Personal von Kanalnetzen und Regenwasserbehandlungsanlagen. DWA-Arbeitsblatt.

- DWA-M 151 (2014): Messdatenmanagementsysteme (MDMS) in Entwässerungssystemen. DWA-Merkblatt.

- DWA-M 181 (2011): Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen. DWA-Merkblatt.

- DWA-M 181-2 (2025): Messdaten für Planung und Betrieb von Entwässerungssystemen. Teil 2: Messung von Wasserstand, Fließgeschwindigkeit, Durchfluss und Niederschlag. DWA-Merkblatt.

- Haas, A., Haas, L., Haas, U (2022): Systematische Ermittlung der Betriebssicherheit von Regenüberlaufbecken. Korrespondenz Abwasser 69, Nr. 7, S. 577-584.

- Lieb, W. (2019): Messeinrichtungen für Regenüberlaufbecken. Konzeptionen für die Nachrüstung und Prüfung der Funktion vorhandener Messeinrichtungen. Handlungsempfehlung für Betreiber und Ingenieurbüros. DWA-Landesverband Baden-Württemberg.

- LUBW (2001): Die neue Eigenkontrollverordnung (EKVO), – Hinweise für Betreiber kommunaler Abwasseranlagen –, Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. Bearbeitung: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

- LUBW (2024): Leitfaden für die Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Gewässer in Baden-Württemberg – Mischsystem. Arbeitshilfe für Betreiber, Ingenieurbüros und Wasserbehörden. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

- LUBW (2025): Metris BW. Stoffeintrag in Baden-Württemberg. Webseite des Projektes, https://metris-bw.de/, besucht am 25.07.2025.

- Weiß, G., Brombach, H. (2001): Hydraulik der Entlastungsorgane von Regenbecken. Wasserwirtschaft 91, Nr. 5, S. 246-254.

- Wetzstein, A. (2003): Berechnung von Entlastungsabflüssen an gedrosselten Streichwehren auf der Basis von gemessenen Wasserständen. Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Darmstadt, Heft 127.

8 ANHANG: ANLAGEN- UND STEUERBESCHREIBUNG FÜR DAS BEISPIELBECKEN RÜB 2

8.1 ANLAGENBESCHREIBUNG ALLGEMEIN

Bauwerksname	RÜB 2 (mit Regel- und Steuerungstechnik)
Gewässer	Kleiner Bach
Bauweise	Stahlbeton, geschlossen
Betriebsweise	Fangbecken, Nebenschluss
Volumen gesamt	1 910 m³
stat. Kanalvolumen	90 m³
Beckenvolumen	1 820 m³
Baujahr	?
Vorentlastung	keine
nachgeschaltet	RÜB Nachstraße

8.1.2 Standort

Abbildung 34: Standort RÜB 2 (Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) BW, Digitaler Luftbildatlas, 2025)

8.2 GRENZWASSERSTÄNDE

Bezeichnung	Lage	NN-Höhe [müNN]
Trennbauwerkschwelle	Trennbauwerk	376,40
Beckenüberlaufschwelle	Trennbauwerk	376,92
Min.-Wert Messbereich Sonde BE (0 %)	Becken	373,34

8.3 MESSWERTE

MESSUNGEN/SENSOREN:	ANZEIGEN/MELDUNGEN
[A] Durchflussmessung[6]	l/s
[B] Wasserstandsmessung Trennbauwerk (WSP TB)	m
[C] Wasserstandsmessung Beckeneinstau (WSP BE)	m
[D] Wasserstandsmessung Beckeneinstau (WSP BÜ)	m
[E] Wasserstandsmessung Pumpensumpf (WSP PS)	m

AGGREGATE:	
[1] Regelschieber	%
[2] Entleerpumpe 1	EIN/AUS
[3] Entleerpumpe 2	EIN/AUS
[4] Rührwerk 1	EIN/AUS
[5] Rührwerk 2	EIN/AUS

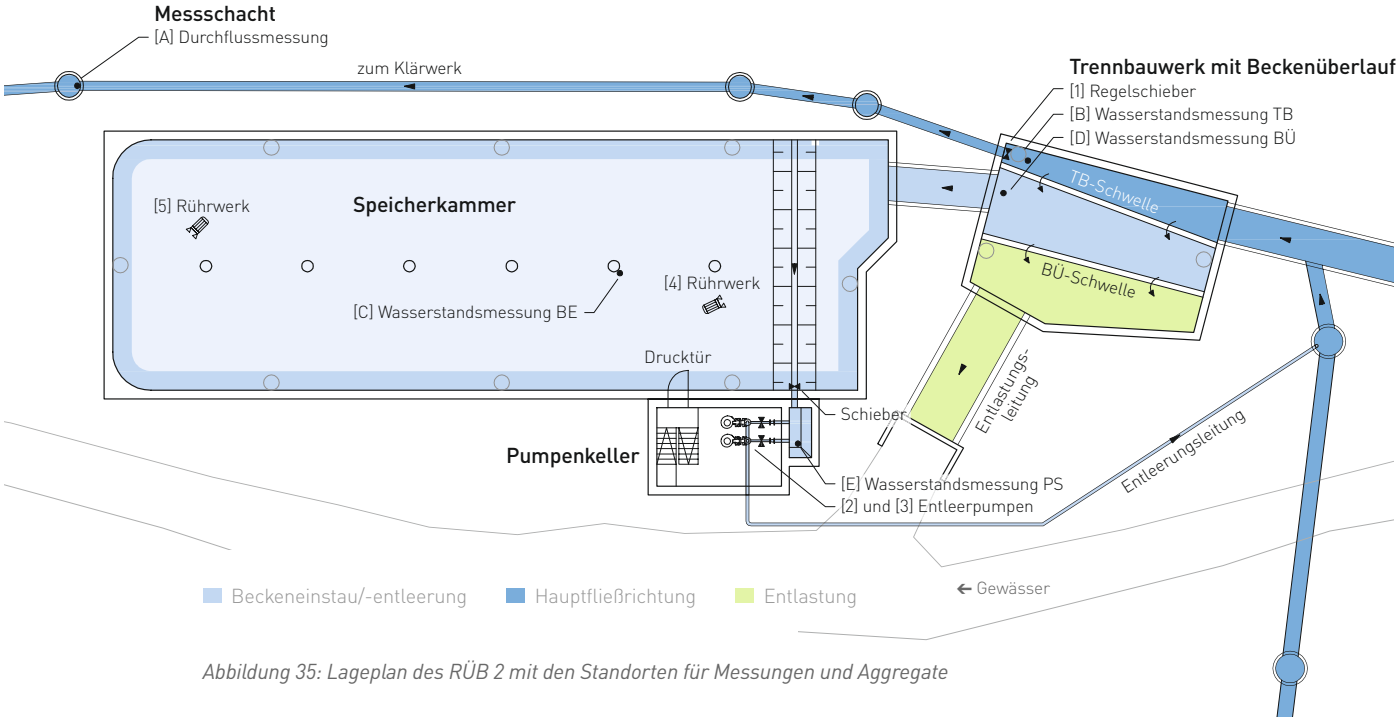

Abbildung 35: Lageplan des RÜB 2 mit den Standorten für Messungen und Aggregate

[6] *Fließhöhenmessung mit hinterlegter Q(h)-Kurve*

8.4 STEUERBESCHREIBUNG

Die **rot** hervorgehobenen Werte sind Anhaltswerte und vorläufig.

8.4.1 Drosselorgan

Funktion	**Einhaltung Drosselsollwert (Beckenablauf)**
Ort	**Messschacht, Trennbauwerk**
Ausstattung	**Regelschieber mit Elektromotor, DN500**
Drosselsollwert	**115 l/s**
Regeldifferenz	**+/– 5 l/s**
Normalbetrieb	**Durchflussmessung [A] < 115 l/s** **→ Stellung Regelschieber [1] = 70 % (›Lauerstellung‹)**
Verlegung	**Durchflussmessung [A] < 115 l/s UND** **WSP TB [B] > 0,70 m (376,23 müNN)** **→ Stellung Regelschieber [1] = 100 % = AUF** **3 x für 1 min im Abstand von 10 min**
	Wenn ohne Erfolg **→ Meldung ›Drosselschieber verlegt‹**
Regelbetrieb	**Durchflussmessung [A] ≥ 115 l/s** **→ taktweises Zu-/Auffahren des Regelschiebers [1] zur Einstellung des Drosselsollwertes** **→ Überprüfung IST-Wert mit SOLL-Wert** **Abtastzeit: 5 s**
Notbetrieb	**Ausfall Durchflussmessung [A]** **→ Stellung Regelschieber [1] = 80 %**
Routinebetrieb	**Regelschieber [1] 1 x wöchentlich Zu-/Auffahren,** **Termin: dienstags, 10 Uhr,** **nur im Normalbetrieb**

8.4.2 Beckenentleerung

Funktion	**Entleerung des Beckeninhalts**
Ort	**Pumpenkeller**
Ausstattung	**zwei Pumpen, trocken aufgestellt**
Betriebsweise	**Wechselbetrieb (nur eine Entleerpumpe in Betrieb)**
Pumpbetrieb	**Einschaltpunkt:** **Durchflussmessung [A] ≤ 56 l/s** **Ausschaltpunkt:** **Durchflussmessung [A] > 110 l/s**
	ALTERNATIV **Einschaltpunkt:** **WSP TB [B] ≤ 376,00 müNN** **UND** **WSP PS [E] ≥ 373,34 müNN** **→ Entleerpumpe [2] oder [3] EIN** **Ausschaltpunkt** **WSP TB [B] ≥ 376,35 müNN** **ODER** **WSP PS [E] ≤ ? müNN (Herstellerangabe Pumpen)** **→ Entleerpumpe [2] und [3] AUS**

8.4.3 Beckenreinigung

Funktion	Beckenreinigung
Ort	Beckensohle
Ausstattung	zwei Rührwerke
Intervallbetrieb	WSP BE [C] ≤ 376,40 müNN UND WSP BE [C] > 375,70 müNN UND WSP BE [C] Tendenz fallend → Rührwerke EIN: 10 min, AUS: 10 min
Dauerbetrieb	WSP BE [C] ≤ 375,70 müNN UND WSP BE [C] > 373,70 müNN UND WSP BE [C] Tendenz fallend → Rührwerke EIN
Verriegelung	WSP BE [C] ≤ 0,36 m (373,70 müNN) ODER WSP BE [C] Tendenz steigend → Rührwerke AUS

NOTIZEN

RÜB-BW
DWA-LANDESVERBAND Baden-Württemberg
Optimierte Anlagen. Optimaler Nutzen!

Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft

DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.
Landesverband
Baden-Württemberg

DWA-Landesverband Baden-Württemberg
Rennstraße 8, 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 99589-100
E-Mail: info@dwa-bw.de · www.dwa-bw.de