

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS – TEIL 1

KONKRETISIERUNG DER SELBSTÜBERWACHUNGS- VERORDNUNG ABWASSER

PILOTPROJEKT :: REGEN 4.0

„Hinweise zur einheitlichen Umsetzung der Anforderungen an die Selbstüberwachung von Regenbecken für Betreiber und Aufsichtsbehörden in NRW am Beispiel der Entwässerungssysteme der Stadt Bielefeld und des Erftverbandes“

Die vorliegende Handlungsempfehlung „Teil 1 - Konkretisierung der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser“ wurde im Rahmen des Pilotprojektes :: Regen 4.0 „Hinweise zur einheitlichen Umsetzung der Anforderungen an die Selbstüberwachung von Regenbecken für Betreiber und Aufsichtsbehörden in NRW am Beispiel der Entwässerungssysteme der Stadt Bielefeld und des Erftverbandes“ erarbeitet.

Bearbeitung des Pilotprojektes - Projektpartner

Umweltbetrieb der Stadt Bielefeld
Lothar Dören



Erftverband
Horst Baxpehler
Kai Thormeyer



Dr. Pecher AG
Dr. Holger Hoppe
Alexa von Schledorn



KISTERS AG
Marc Hoffmann
Torsten Längen



aquaplan GmbH
Gerd Langstädtler



Fachliche Begleitung des Pilotprojektes

**LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen**
Birgit Wienert
Kirsten Oermann



Bezirksregierung Detmold
Tobias Strodtrmann



Bezirksregierung Köln
Thomas Bölter



Förderung des Pilotprojektes

**MULNV – Ministerium für Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Vorwort

Die Netzbetreiber in NRW sind laut Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVO Abw) verpflichtet, Messdaten aufzuzeichnen, auszuwerten und zu dokumentieren, um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Regenbecken sicherzustellen und nachweisen zu können.

Aktuell fehlen jedoch einheitliche Kriterien sowie durchgängige Prozesse für die Erhebung der Daten vor Ort bis hin zur Datenauswertung, um diese Pflichtaufgabe zuverlässig erfüllen zu können. Die bisher erhobenen Daten stellen aufgrund ihrer mangelnden Qualität weder für die Betriebssteuerung noch für die Umsetzung der EU-WRRL einen nennenswerten Mehrwert dar. Ferner erhalten die Aufsichtsbehörden am Ende eines jeden Berichtsjahres wiederholt uneinheitliche und fehlerbehaftete Ergebnisdokumentationen, die einen Abgleich mit Bemessungsansätzen und Simulationsergebnissen nur eingeschränkt ermöglichen.

Um die Qualität der ermittelten Messdaten in Regenbecken und die daraus resultierenden Auswertungsergebnisse zu verbessern, wurde im Rahmen des Pilotprojektes Regen 4.0 die vorliegende Handlungsempfehlung erarbeitet. Innerhalb dieses Projektes wurden umfassende Messkonzepte für zwei repräsentative Beispielgebiete entwickelt und dort ein durchgängiges und effizientes Messdatenmanagement nach Merkblatt DWA-M 151 (2014) etabliert. Die vorliegende Handlungsempfehlung enthält – aus den Erfahrungen des praktischen Pilotprojekts heraus – Lösungsansätze und praxisbezogene Hinweise zur Erhebung, Verarbeitung und Auswertung von Messdaten, die sich auf andere Entwässerungsnetze übertragen lassen. Das Pilotprojekt :: Regen 4.0 wurde fachlich durch das LANUV NRW, die Bezirksregierung Detmold und die Bezirksregierung Köln begleitet. Die Projektförderung erfolgte durch das MULNV.

Die uneinheitliche Protokollierung des Einstau- und Entlastungsverhaltens im Rahmen der Selbstüberwachung ist oftmals nicht nur einer ungenügenden Datengrundlage, sondern auch den wenig konkreten Vorgaben der SüwVO Abw und dessen Begleitbogen geschuldet. Daher sind im ersten Teil der Handlungsempfehlung die nach SüwVO Abw geforderten Berichtsdaten eindeutig definiert worden. Der zweite und dritte Teil der Handlungsempfehlung enthält technische Informationen, bestehend aus Hinweisen zur Messtechnik, zur Integration der Daten in ein Messdatenmanagementsystem sowie zur Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung:

- Teil 1** - Konkretisierung der Begriffe und Anforderungen SüwVO Abw zur Datenauswertung
- Teil 2** - Technische Hinweise zu Messkonzepten und Messbetrieb
- Teil 3** - Messdatenmanagement als Grundlage der Selbstüberwachung

Die einzelnen Teile der vorliegenden Handlungsempfehlung können als eigenständig betrachtet werden, sodass der Leser sich gezielt zu den für ihn relevanten Themen informieren kann. Die verfassten Texte werden von Beispielen begleitet, die die Anwendung in der Praxis verdeutlichen.

Mittelbar stellen belastbare Messwerte die unverzichtbare Grundlage einer effizienten Niederschlagswasserbehandlung dar, um die Ziele der EU-WRRL zu erreichen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
1 Veranlassung und Zielstellung der Handlungsempfehlung	11
2 Verwendete Abkürzungen	14
3 Begriffserläuterung	15
4 Gesetze, Verordnungen, technische Regelwerke und Leitfäden zum Thema Messung und Messdatenmanagement in Regenbecken	19
5 Anforderungen der Selbstüberwachungsverordnung in NRW	20
5.1 Hinweise zur Definition bedeutender Regenklärbecken	21
5.2 Geeignete Methoden zur Auswertung der Wasserstände	22
5.2.1 Qualität der Datengrundlage im Auswertungszeitraum	26
5.2.2 Definition des Mindestwasserstands (Einstaubeginn)	30
5.2.3 Auswertung der Einstauhäufigkeit und -dauer	33
5.2.4 Auswertung der Entlastungshäufigkeit und -dauer	34
5.2.5 Auswertung des Entlastungsvolumens	36
5.2.6 Niederschlag im Einzugsgebiet	37
5.2.7 Auswertung der Weiterleitungsmenge zur Kläranlage bei Bedarf	38
5.3 Ausreichende Maßnahmen zur Überprüfung unzulässiger Gewässerbelastung	39
6 Vom Messergebnis zum jährlichen Bericht gemäß SÜWVO Abw	40
7 Berichtswesen gemäß Selbstüberwachungsverordnung	42
8 Konsequenzen der Messdatenauswertung	44
9 Ausblick	46
Zitierte und verwendete Literatur	47

Anhang	52
A1 Näherungsweise Berechnung des Entlastungsvolumens	52
A2 Ermittlung einer Q-h-Beziehung an einer V-förmigen Überfallschwelle	59
A3 Festlegung des Mindestwasserstands (Einstaubeginn) an unterschiedlichen Bauwerken	60
A4 Abschätzung der Weiterleitungsmenge an Drosselorganen	81
A5 Beispielhaft ausgefüllter Auswertungsbogen	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Beckenkammer zweier Regenüberlaufbecken mit Blick auf die Schwelle des Klärüberlaufs (Bildmaterial Dr. Pecher AG)	11
Abbildung 2:	Darstellung einer Wasserstandsganglinie an einem Regenbecken....	24
Abbildung 3:	Wasserstandsganglinie, die auf einem unbearbeiteten Eingangsdatensatz (Rohdaten) basiert	26
Abbildung 4:	Bearbeitete Wasserstandsganglinie, die auf einem bereinigten Produktionsdatensatz basiert (Messfehler durch Datenlücken ersetzt)	27
Abbildung 5:	Bearbeitete Wasserstandsganglinie, die auf einem bereinigten und – soweit möglich – korrigierten Produktionsdatensatz basiert (Datenlücken zum Teil durch Ersatzwerte ergänzt)	28
Abbildung 6:	Bestimmung der Schwellenhöhe im Bezug zum Nullpunkt der Messeinrichtung (hier: Drucksonde).....	31
Abbildung 7:	Plausibilisierung des definierten Mindestwasserstands mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf der Wasserstandsganglinie des Bauwerks (links) basiert	32
Abbildung 8:	Anwendung des Zählkriteriums „Kalendertage mit Einstau“. Hier: drei Kalendertage mit Einstau.	33
Abbildung 9:	Plausibilisierung der vor Ort eingemessenen Schwellenhöhe (Bauwerk im Nebenschluss) mithilfe einer Häufigkeitsauswertung (rechts) basierend auf der Wasserstandsganglinie im Bauwerk (links)	34
Abbildung 10:	Anwendung des Zählkriteriums „Kalendertage mit Entlastung“, hier drei Kalendertage mit Entlastung am KÜ und zwei Kalendertage mit Entlastung am BÜ	35
Abbildung 11:	Beispielhafte Darstellung zur Verknüpfung der Aufgaben zum Messbetrieb und Messdatenmanagement zur Sicherstellung einer guten Datenqualität (berichtsfähige Daten)	40
Abbildung 12:	Vorlage des Auswertungsbogens nach SÜWVO Abw, ausgehändigt von der zuständigen Aufsichtsbehörde	42
Abbildung 13:	Einstaudauer 15 verschiedener Regenüberlaufbecken über 5 Jahre im Vergleich (entnommen aus dem DWA-Daten-Tool, Baden-Württemberg)	45
Abbildung 14:	Rankingkurven nach UFT (entnommen aus dem DWA-Daten-Tool, Baden-Württemberg)	45
Abbildung 15:	Grundriss des RÜB „Volumen“ aus Planunterlagen.....	54
Abbildung 16:	Schnitt durch die Beckenkammer des RÜB „Volumen“ im Schwellenbereich (links), Schnitt durch die Schwellenkronen (rechts) aus Planunterlagen	54

Abbildung 17:	Ultraschallsonde im Schwellenbereich des RÜBs „Volumen“ (links), Trockenwetterrinne in Kammer 2 und Wanddurchlass (rechts).....	55
Abbildung 18:	Überprüfung der Lage der Schwellenoberkante mit Hilfe einer Häufigkeitsverteilung (Histogramm, rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Volumen“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.	55
Abbildung 19:	Verschiedene Überfallbeiwerte für die hydraulische Berechnung des Entlastungsabflusses (Merkblatt DWA-M 176, 2013).....	56
Abbildung 20:	Beispielhaftes Entlastungsereignis am Beckenüberlauf des RÜB „Volumen“	57
Abbildung 21:	Messwehr mit Dükerstrecke im Zulaufbereich (links und mittig) und Modell im Wasserbaulabor (rechts; Bilder Dr. Pecher AG / Universität Kassel).....	59
Abbildung 22:	Wasserstandsganglinie des RÜB „Volumen“ im Vergleich zur Drosselfunktion.....	62
Abbildung 23:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Volumen“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.	63
Abbildung 24:	Grundriss des RÜB „Zwei Kammern“ aus Planunterlagen.....	65
Abbildung 25:	Schnitt durch die Beckenkammer 2 des RÜB „Zwei Kammern“ aus Planunterlagen.....	66
Abbildung 26:	Zulaufbereich Kammer 1 (links) und 2 (rechts) mit Pumpensumpf des RÜB „Zwei Kammern“	66
Abbildung 27:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf der innerhalb der Kammer 1 gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert (RÜB „Zwei Kammern“).....	67
Abbildung 28:	Ausschnitt aus dem Grundriss SK „Streichwehr“ aus Planunterlagen	69
Abbildung 29:	Schnitt durch die Beckenkammer des SK „Streichwehr“ im Schwellenbereich und Schnitt durch die Schwellenkronen aus Planunterlagen	69
Abbildung 30:	Trockenwetterrinne am Zulauf zum Drosselorgan (links), Schwellenbereich mit Ultraschallsonde des SK „Streichwehr“ (rechts).....	70
Abbildung 31:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk SK „Streichwehr“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.....	71
Abbildung 32:	Grundriss des RÜB „Nebenschluss“ aus Planunterlagen	73

Abbildung 33:	Schnitt durch die Beckenkammer des RÜB „Nebenschluss“ im Schwellenbereich und Schnitt durch die Schwellenkronen aus Planunterlagen	73
Abbildung 34:	Zulauf ins Trennbauwerk mit Blick auf die Schwelle mit Lamellentauchwand (links), Ablauf zur MID-Strecke aus dem Trennbauwerk mit Ultraschallschallsonde des RÜB „Nebenschluss“ (rechts).....	74
Abbildung 35:	Vergleich der Wasserstände innerhalb des Trennbauwerks und der Beckenkammer RÜB „Nebenschluss“	74
Abbildung 36:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Nebenschluss“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert	75
Abbildung 37:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RKB „Dauerstau“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert	78
Abbildung 38:	Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RKB „Fremdwasser“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert	79
Abbildung 39:	Darstellung der Rohrdrossel und der Wasserstandsmessung	81
Abbildung 40:	Kennlinie der Rohrdrossel (Wasserstand-Abfluss-Beziehung)	82
Abbildung 41:	Ausschnitt aus der Wasserstandsganglinie innerhalb der Beckenkammer in unmittelbarer Nähe der Drossel	82
Abbildung 42:	Drosselabflussmenge, die mit Hilfe der Abflusskennlinie aus der Aufzeichnung des Wasserstands abgeleitet wurde	83
Abbildung 43:	Tabellarischer Auswertungsbogen gemäß Vorgaben SÜwVO Abw....	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wichtige Gesetze und technische Regelwerke	19
Tabelle 2:	Bewertungsmatrix zur Bedeutung von Regenklärbecken	21
Tabelle 3:	Geforderte Berichtsdaten zur Betriebsüberwachung von Regenbecken und Erläuterungen gemäß SÜwVO Abw (SÜwVO Abw, 2013) mit Ergänzungen des Gütekriteriums „Datenverfügbarkeit“ und des „Niederschlags“	23
Tabelle 4:	Zusammenfassung der Datengrundlage zur Ermittlung der Berichtsdaten.....	25
Tabelle 5:	Definition des Gütekriteriums „Ausfalltage“	27
Tabelle 6:	Definition des Gütekriteriums „Datenverfügbarkeit“	28
Tabelle 7:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert	30
Tabelle 8:	Ermittlung der Entlastungsvolumina aus Wasserstandsmessungen im Rahmen der Selbstüberwachung	37
Tabelle 9:	Bewertungsmatrix zur Feststellung des Bedarfes der Ermittlung der Weiterleitungsmenge zur Kläranlage	38
Tabelle 10:	Einschätzung zur Qualität der ermittelten Entlastungsvolumina	43
Tabelle 11:	Beispielhafte Auflistung der Metadaten des RÜB „Volumen“	53
Tabelle 12:	Beispielhafte Berechnung des Entlastungsvolumens, das während des gezeigten Entlastungsereignisses in Abbildung 20 abgeschlagen wurde	58
Tabelle 13:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert	60
Tabelle 14:	Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der Mindestwasserstände im RÜB „Volumen“	63
Tabelle 15:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Volumen“	64
Tabelle 16:	Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis des definierten Mindestwasserstandes im RÜB „Zwei Kammern“	67
Tabelle 17:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Zwei Kammern“	68
Tabelle 18:	Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der definierten Mindestwasserstände im SK „Streichwehr“	71
Tabelle 19:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für den SK „Streichwehr“	72

Tabelle 20:	Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der definierten Mindestwasserstände im RÜB „Nebenschluss“76
Tabelle 21:	Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Nebenschluss“. Die Kriterien werden auf die im Trennbauwerk erfasste Ganglinie angewandt.....76
Tabelle 22:	Beispielhafte Auswertung des Einstauverhaltens des RKB „Fremdwasser“ unter Verwendung unterschiedlicher Mindestwasserstände.....80

1 Veranlassung und Zielstellung der Handlungsempfehlung

In den letzten Jahrzehnten sind in NRW aufgrund einer hohen Besiedlungsdichte und einer gebietsspezifisch teilweise ausgiebigen Niederschlagstätigkeit neben den zentralen Kläranlagen zunehmend Anlagen zur Regen- und Mischwasserbehandlung wie Regenüberlaufbecken (RÜB), Stauraumkanäle (SK) und Regenklärbecken (RKB) errichtet worden. Im Jahr 2016 wurden in NRW über 10.000 industrielle und kommunale Regenbecken und Entlastungsanlagen betrieben. Dazu zählen etwa 3.500 Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle sowie knapp 1.400 Regenklärbecken (MULNV, 2018).



Abbildung 1: Beckenkammer zweier Regenüberlaufbecken mit Blick auf die Schwelle des Klärüberlaufs (Bildmaterial Dr. Pecher AG)

Die Anordnung von Regenbecken im Mischwassernetz stellt im Regenwetterfall einen begrenzten Zufluss zur Kläranlage sicher (Arbeitsblatt ATV-A 128, 1992). Das Regenwasser, welches über Straßen und andere versiegelte Flächen in die Kanalisation abfließt, verdünnt das im Mischwassernetz abfließende Schmutzwasser, führt aber gleichzeitig auch zusätzliche Schadstoffe wie beispielsweise Schwermetallverbindungen zu. Übersteigt der Regenwetterabfluss sowohl das Retentionsvolumen der Kanalisation als auch der integrierten Bauwerke, so wird das überschüssige Mischwasser in das Gewässer entlastet und führt dort zu punktuellen stofflichen sowie hydraulischen Belastungen. Im Trennsystem wird das Niederschlagswasser ebenfalls teilweise über Regenbecken Gewässern zugeleitet.

Um die nachteilige Beeinflussung der Gewässer durch Misch- und Regenwasser-einleitungen möglichst gering zu halten bzw. eine erforderliche Reinigung vor der Einleitung sicherzustellen, ist ein zuverlässiger Betrieb der Regenwasserbehandlungsanlagen unerlässlich. Dieser stellt einen bedeutenden Baustein zum Schutz der Gewässer und zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie dar (EU-WRRL, 2000).

Um einen umfassenden Gewässerschutz gewährleisten zu können, fordert das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Landeswassergesetz NRW (LWG) einen Betrieb und Unterhalt von Kanalnetz und Abwasseranlagen, der den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. dem Stand der Technik entspricht (WHG, 2009; LWG NRW, 2016).

Ferner sind die Netzbetreiber in NRW gemäß der Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen (SüwVO Abw, 2013) verpflichtet, Betriebskenngrößen wie Wasserstände messtechnisch zu erfassen, auszuwerten und zu dokumentieren. Im Rahmen der amtlichen Überwachung gemäß § 100 WHG i. V. m. § 94 LWG NRW (LWG NRW, 2016) sind diese Daten jährlich als tabellarischer Bericht den zuständigen Aufsichtsbehörden zu übermitteln.

Neben der Erfüllung der genannten gesetzlichen Pflichtaufgaben liefern die erhobenen Datenreihen und Betriebskenngrößen sowohl für die Betreiber als auch die Aufsichtsbehörden weitere Informationen, die beispielsweise für die folgenden Anwendungen und Maßnahmen verwendet werden können und somit einen zusätzlichen „Mehrwert“ liefern:

- Unmittelbares Erkennen von Betriebsstörungen
- Effiziente, flexible Betriebssteuerung (Beckenreinigung, -entleerung, ...)
- Nachweis des zulässigen Betriebsverhaltens entsprechend der Genehmigung
- Kalibrierung und Vergleich mit Simulationsmodellen (langfristiges Ziel)
- Wasserwirtschaftliche Optimierung der Bauwerke im Rahmen von Abwasserbeseitigungskonzepten (ABK), Generalentwässerungsplanung (GEP) und anschließenden Erfolgskontrollen
- Bedarfsorientierte Kanalnetzbewirtschaftung und -planung (Sanierungs- und Instandhaltungsplanung)
- Grundlage für die effiziente und datenbasierte Maßnahmenplanung zur Umsetzung der EU-WRRL für eine ganzheitliche Verbesserung der Gewässerqualität (EU-WRRL, 2000)

Für die Erhebung, Auswertung und Dokumentation von Messdaten in Regenbecken fehlten in NRW bisher jedoch einheitliche und konkrete Hinweise, sodass häufig mangelhafte Berichte zum Einstau- und Entlastungsverhalten an die Aufsichtsbehörden geliefert wurden. Wiederholt wurde seitens der Aufsichtsbehörden festgestellt, dass die übermittelten Berichtsdaten

- nicht plausibel und daher nicht belastbar sind
- große Lückenanteile aufweisen
- untereinander nicht vergleichbar sind.

Die Defizite in der Datenauswertung haben zur Folge, dass nicht nachgewiesen werden kann, ob die bestehenden Anlagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht effizient betrieben werden. Eine flächendeckende messdatenbasierte Planungsgrundlage zur Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie ist damit nicht gegeben.

Übergeordnetes Ziel der vorliegenden Handlungsempfehlung ist es daher, die Betreiber der Kanalisationsnetze in NRW im Umgang mit Messgeräten und -daten zu unterstützen und eindeutige Hinweise zur einheitlichen und sachgemäßen Umsetzung der Anforderungen an die Selbstüberwachung von Regenbecken aufzuzeigen. Darüber hinaus soll den Aufsichtsbehörden eine größere Sicherheit hinsichtlich der Qualität der zu überwachenden Daten und Hinweise zu deren Interpretation gegeben werden.

Grundlage hierfür bildet ein individuelles, an die jeweilige Betreiberstruktur angepasstes, Betriebs- und Messdatenmanagement in Anlehnung an die Hinweise des Merkblattes DWA-M 151 (2014). Dies umfasst eine fachkundige Installation und

Wartung der Messtechnik vor Ort bis hin zu der Einrichtung eines durchgängigen Messdatenmanagementsystems (MDMS), mit dessen Hilfe die erhobenen Messdaten visualisiert, geprüft und korrigiert werden können. Ohne eine standardisierte Plausibilisierung der erhobenen Mess- und Betriebsdaten können keine belastbaren und berichtsfähigen Daten erzeugt werden. Abschließend sollte das eingerichtete Messdatenmanagementsystem bei der Datenauswertung und Archivierung sowie einheitlichen Protokollierung unterstützen.

Langfristig sollen die landesweit einheitlich ausgewerteten Betriebskenngößen zu Einstau- und Entlastungsaktivität aller Bauwerke in NRW in einem zentralen Datenportal zusammengeführt und allgemein zugänglich gemacht werden.

2 Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
Abw	Abwasser
ABw	Auslaufbauwerk
AKS	Anlagenkennzeichnungssystem
BFS	Betriebsführungssystem
BÜ	Beckenüberlauf
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V.
CFD	Computational Fluid Dynamics: Simulation von dreidimensionalen Strömungs- und Transportprozessen
DBw	Drosselbauwerk
DFÜ	Datenfernübertragung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EBw/VBw	Einlauf- und Verteilungsbauwerk
EK/EG	Entlastungskanal/-graben
EKVO	Eigenkontrollverordnung
EU-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HS	Hauptschluss
KÜ	Klärüberlauf
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
MDMS	Messdatenmanagementsystem
MID	Magnetisch-induktive Durchflussmessung
NS	Nebenschluss
PLS	Prozessleitsystem
RKB	Regenklärbecken
RÜB	Regenüberlaufbecken
SK	Stauraumkanal
SpKa/SeKa	Speicherammer/Sedimentationskammer
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
StKa	Stauraumkammer
SÜ	Stauraumüberlauf
SüwVO	Selbstüberwachungsverordnung
TB	Trennbauwerk
ZR	Zeitreihe

3 Begriffserläuterung

Glossar zum Bauwerk

Begriff	Erläuterung	Regelwerk
Ablaufkanal	Kanal zur Ableitung des Drosselabflusses aus einem Becken	DWA-A 166
Beckenkammer	Oberbegriff für Speicher- und Sedimentationskammern	DWA-A 166
Beckenüberlauf	Vor einem Regenüberlaufbecken, Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung der Regenklärbecken angeordneter Überlauf, der nach Füllung des Regenbeckens anspringt	DWA-A 166
Drosselorgan	Einrichtung zur Abflussbegrenzung	DWA-M 176
Durchlaufbecken	Regenentlastungsbecken mit Sedimentationskammer sowie Klärüberlauf und gegebenenfalls Beckenüberlauf, das mechanisch geklärtes Mischwasser (Regenüberlaufbecken) oder mechanisch geklärtes Regenwasser (Regenklärbecken) entlastet	DWA-A 166
Einstaubeginn	Zeitpunkt, an dem der Mindestwasserstand überschritten wird	ergänzt
Entlastungskanal	Kanal zur Ableitung des Überlaufwassers in ein Gewässer	DWA-M 176
Fangbecken	Regenentlastungsbecken mit Speicherkammer und Beckenüberlauf (ohne Klärüberlauf)	DWA-A 166
Klärüberlauf	Überlauf eines Regenbeckens, über den mechanisch geklärtes Misch- oder Regenwasser entlastet wird	DWA-A 166
Mindestwasserstand	Wasserstand, der den Beginn des Beckeneinstaus definiert	ergänzt
Regelung	Herstellen oder Erhalten eines gewünschten Zustandes durch Messungen und Rückführung über Soll/Ist-Vergleich (geschlossener Wirkungsablauf) gemäß Merkblatt DW-M 180); hier: Abfluss oder Wasserstand	DWA-A 111
Regenbecken	Sammelbegriff für Anlagen zur Rückhaltung und/oder Behandlung von Regen- und Mischwasser; z. B. Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle mit Entlastung, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhalteanlagen und Regenklärbecken	DWA-A 166
Regenentlastungsbecken	Sammelbegriff für Anlagen zur Rückhaltung und/oder Behandlung von Regen- und Mischwasser; z. B. Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle mit Entlastung, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhalteanlagen und Regenklärbecken	DWA-A 166
Regenklärbecken	Regenentlastungsbecken im Regenwasserkanal eines Trennsystems, das aus dem Regenwasser sedimentierbare Stoffe (Schlamm) und Schwimmstoffe (Fette, Öle) abtrennt	DWA-A 166
Regenklärbecken mit Dauerstau	Regenklärbecken, das ständig mit Wasser gefüllt ist und in größeren Zeitabständen entschlammt wird	DWA-A 166
Regenklärbecken ohne Dauerstau	Regenklärbecken, das in kurzen, regenereignisabhängigen Zeitabständen zu einer Abwasserbehandlungsanlage entleert sowie gereinigt wird	DWA-A 166
Regenüberlaufbecken	Sammelbegriff für Regenentlastungsbecken mit Entlastungsfunktion sowie Rückhaltung und/oder Behandlung von Mischwasser	DWA-A 166
Stauraumkanal mit Entlastung	Abwasserspeicher in langgestreckter Bauform mit planmäßiger Entlastungsfunktion	DWA-A 166
Steuerung	Beeinflussung eines Systems aufgrund von Messdaten ohne Soll/Ist-Vergleich (offener Wirkungsablauf) (gemäß Merkblatt DWA-M 180); hier: Abfluss oder Wasserstand	DWA-M 111
Streichwehr	längs angeströmtes Wehr	DWA-A 166
Trennbauwerk	Überlaufbauwerk eines Regenentlastungsbeckens zur Abtrennung des Zuflusses zum Drosselbauwerk	DWA-A 166
Zulaufkanal	Kanal im Zulauf eines Regenentlastungsbeckens	DWA-A 166

Glossar zur Messtechnik

Begriff	Erläuterung	Regelwerk
Auflösung	Angabe zur quantitativen Erfassung des Merkmals eines Messgerätes, zwischen nahe beieinanderliegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden. ANMERKUNG: Die Auflösung kann quantitativ z. B. durch die kleinste Differenz zweier Messwerte, die das Messgerät eindeutig unterscheidet, gekennzeichnet werden.	DIN 1319-1:1995-01
Messbereich	Bereich derjenigen Werte der Messgröße, für den gefordert ist, dass die Messabweichung eines Messgerätes innerhalb festgelegter Grenzen bleibt.	DIN 1319-1:1995-01
Messbetrieb	Kontrolle, Unterhalt und Wartung einer laufenden Messung, die kontinuierlich Messwerte aufzeichnet.	ergänzt
Messgerät	Gerät, das allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen für die Messung einer Messgröße vorgesehen ist.	DIN 1319-1:1995-01
Messgerätedrift	Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.	DIN 1319-1:1995-01
Messgröße	Physikalische Größe, der die Messung gilt.	DIN 1319-1:1995-01
Messgrößen-aufnehmer	Teil eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung, der auf eine Messgröße unmittelbar anspricht. ANMERKUNG: Der Messgrößen-aufnehmer ist das erste Element einer Messkette.	DIN 1319-1:1995-01
Messintervall	Zeitlicher Abstand zwischen zwei Einzelmessungen.	DWA-M 181
Messkette	Folge von Elementen eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung, die den Weg des Messsignals von der Aufnahme der Messgröße bis zur Bereitstellung der Ausgabe bildet.	DIN 1319-1:1995-01
Messkonzept	Genereller technischer Entwurf zur Lösung einer Messaufgabe einschließlich Betrieb und Dokumentation.	DWA-M 181
Messprogramm	Programm, in dem die Anforderungen an die Messungen verbindlich beschrieben sind, insbesondere durch eine Zusammenstellung der zu messenden Kenngrößen, Art, Zeitfolge und Dauer der Messungen sowie Messverfahren und Randbedingungen.	DWA-M 181
Messsignal	Größe in einem Messgerät oder einer Messeinrichtung, die der Messgröße eindeutig zugeordnet ist. BEISPIEL: Messsignal von Druck- sowie Ultraschallsonden werden meist als 4 bis 20 Milliampere-Signal ausgegeben.	DIN 1319-1:1995-01
Messstellenkalibrierung	Ermittlung des Zusammenhangs zwischen dem Messergebnis einer Messeinrichtung und einem unabhängigen Referenzmesswert.	DWA-M 181
Messwert	Wert, der zur Messgröße gehört und der Ausgabe eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung eindeutig zugeordnet ist.	DIN 1319-1:1995-01
Offset	Versatz einer (Signal-)Kurve um einen konstanten Betrag, z.B. wenn die zu messende Größe Null ist, aber das Messgerät einen von Null verschiedenen Wert anzeigt.	DWA-M 256-5
Temporär-messung	Ermittlung des Zusammenhangs zwischen dem Messergebnis einer Messeinrichtung und einem unabhängigen Referenzmesswert.	DWA-M 181
Zuverlässigkeit	Wahrscheinlichkeit, dass eine Messeinrichtung unter den gegebenen Einsatzbedingungen innerhalb einer festgelegten Zeitspalte ausfallfrei funktioniert.	DWA-M 181

Glossar zur Messdatenverarbeitung

Begriffe	Erläuterung	Regelwerk
Abgeleitete Daten	Durch eindeutige und im MDMS definierbare Berechnungsregeln ermittelte Daten (z. B. aus dem Wasserstand und der Fließgeschwindigkeit berechneter Durchfluss)	DWA-M 151
Äquidistante Daten	Eine Folge von Messdaten in zeitlich gleichem Abstand	DWA-M 151
Ausfalltag	Anzahl der Ausfalltage der zugehörigen Messung gerundet auf ganze Tage (Aufsummierung aller Datenlücken, die auf Messausfall und Messfehlern, auch solche die bereinigt wurden, basieren)	ergänzt
Berichtsdaten	Kenngößen, die nach SÜwVO Abw ermittelt werden müssen	ergänzt
Berichtsfähiger Datensatz	Ein um Messfehler bereinigter, korrigierter und falls erforderlich und möglich um Ersatzwerte ergänzter Datensatz mit ausreichender Datenqualität auf dessen Basis ein/e geforderte/r Bericht/Auswertung erstellt werden kann	ergänzt
Datenerfassung	Zeitfolgerichtige, gemeinsame Erfassung von Messwert und Zeitstempel	DWA-M 151
Datenlücke	Zeitbereich, in dem keine Messdaten vorliegen. Der Grund ist dabei unerheblich. Entscheidend ist, dass keine Aussage über die Messgröße vorliegt. Innerhalb eines MDMS müssen Datenlücken klar von gültigen Messwerten, wie z. B. 0 (Null), -777, 8888, 9999, unterschieden werden	DWA-M 151
Datenqualität	Kenngöße, welche die Aussagekraft der Messdaten in Bezug auf eine bestimmte Nutzung beschreibt. Die Datenqualität kann über statistische Größen und/oder qualitative Bewertungssysteme beschrieben werden und sich über den Messzeitraum ändern.	DWA-M 151
Datenverfügbarkeit	Anteil berichtsfähiger Daten (um Messfehler bereinigter, korrigierter und falls möglich um Ersatzwerte ergänzter Datensatz) an dem gesamten Mess-/Berichtszeitraum (i. d. R. ein Jahr)	ergänzt
Diskretisierungszeitschritt	Der Zeitbereich zwischen zwei zeitlich aufeinanderfolgend erfassten und gespeicherten Messwerten zur Abbildung eines kontinuierlichen Verlaufs einer Messgröße innerhalb eines MDMS. Dieser Diskretisierungszeitschritt kann äquidistant oder auch variabel sein. Der Diskretisierungszeitschritt wird oft auch als Zeit-/ oder Messintervall bezeichnet.	DWA-M 151
Eingangsdaten	Alle Daten, die in ein System (MDMS) aufgenommen werden. ANMERKUNG: Im Sinne des Messdatenmanagementsystems (MDMS) handelt es sich dabei um die Daten zu Beginn des Datenverarbeitungsprozesses. Eingangsdaten müssen als Quelle aller weiteren Schritte gegen Veränderung geschützt und im System neben den aufbereiteten Produktionsdaten gespeichert werden.	DWA-M 151
Ersatzwerte	Ergänzung von aufgrund von Messfehlern oder Messausfall nicht vorhandenen Messwerten	ergänzt
Messdaten	Zusammengestellte oder auch bereits ausgewertete und aufbereitete Messwerte (Maßzahlen) und die jeweils zugehörige Maßeinheit in Verbindung mit dem zugehörigen Zeitstempel	DWA-M 151

Messdaten-managementsystem (MDMS)	System zur kontinuierlichen und dauerhaften Speicherung, Aufbereitung, Auswertung sowie zum Austausch von Mess- und Metadaten. ANMERKUNG: Die Entwicklung, Pflege und Fortschreibung einer Prozessbeschreibung ist elementare Grundlage und Bestandteil des MDMS. Neben dem reinen Verwalten zeitbezogener Mess- und Metadaten stehen Werkzeuge zur Strukturierung und Verwaltung des Messnetzes, Fachverfahren zur Datenprüfung und Auswertung sowie zur Erzeugung benötigter Produkte wie Grafiken und Berichte zur Verfügung. Zudem sollten Schnittstellen zum Datenimport und -export und offene Datenschnittstellen zur bedarfsgerechten Erweiterung und Einbindung in die Systemumgebung des Anwenders vorhanden sein. Neben der Prozessbeschreibung umfasst das MDMS eine oder verschiedene Softwareanwendungen.	DWA-M 151
Messgröße	Physikalische oder chemische Größe, für die die Messung gilt. ANMERKUNG: Eine Messgröße besteht aus einem Messwert (Maßzahl) und der zugehörigen Maßeinheit, d. h. Messwert oder Maßeinheit alleine sind nur Teil einer Messgröße (z. B. Niederschlag in mm, Abfluss in m ³ /s).	DWA-M 151
Messstelle	Einbauort und Lage des Messwertaufnehmers einer Messeinrichtung (z. B. Entlastungsschwelle Beckenüberlauf oder Zulaufkanal zu einem Bauwerk)	DWA-M 151
Messwert	Wert, der zur Messgröße gehört und der Ausgabe eines Messgerätes oder -einrichtung eindeutig zugeordnet ist.	DIN 1319-1:1995-01
Metadaten	Metadaten beinhalten Informationen über Merkmale anderer Daten, aber nicht diese Daten selbst.	DWA-M 151
Produktionsdaten	Aus den Eingangsdaten entstandene und gegebenenfalls veränderte Daten. ANMERKUNG: Im Sinne des Messdatenmanagementsystems z. B. durch Datenerfassung, -prüfung und -korrektur aus den Eingangsdaten durch Veränderung des Messwertes oder seiner Qualität entstandene Daten. Die Bildung eines Produktionsdatensatzes kann durch automatische Routinen oder manuelle Eingriffe des Bearbeiters entstehen. Sämtliche Änderungen müssen im System dokumentiert werden.	DWA-M 151
Zeitbereich	Teil der Zeitachse, abgegrenzt durch zwei Zeitpunkte. ANMERKUNG: Ein Zeitbereich schließt alle Zeitpunkte zwischen den beiden abgrenzenden Zeitpunkten ein und, wenn nicht anders festgelegt, die beiden abgrenzenden Zeitpunkte selbst.	DWA-M 151
Zeitintervall	Siehe Diskretisierungszeitschritt	
Zeitstempel	Einem Messwert zugeordneter Zeitpunkt.	

4 Gesetze, Verordnungen, technische Regelwerke und Leitfäden zum Thema Messung und Messdatenmanagement in Regenbecken

Bedeutende gesetzliche Grundlagen und aktuelle Vorgaben zur Selbstüberwachung, weiterführende Informationen zur Installation von Wasserstandsmessgeräten sowie zur Datenverarbeitung und Messdatenmanagement können den folgenden Gesetzestexten und technischen Regelwerken entnommen werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wichtige Gesetze und technische Regelwerke

Fragestellung (Auswahl)	Literaturhinweis
Vorgaben zum Zustand des Oberflächengewässers	EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000) Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009); Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016)
Vorgaben zur nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung	Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009); Landeswassergesetz (LWG NRW, 2016) Arbeitsblatt DWA-A 100, Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (DWA-A 100, 2006)
Anlagenbetrieb nach a.a.R.d.T.; Abwasserbehandlung nach S.d.T.	Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009); Landeswassergesetz (LWG NRW, 2016) Runderlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ (Trennerlass NRW, 2004)
Aufforderung zur Erhebung und Auswertung von Messdaten	Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVO Abw, 2013)
Gestaltung einer messtechnisch geeigneten Schwelle	Arbeitsblatt DWA-A 111, Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandbegrenzung in Entwässerungssystemen (DWA-A 111, 2010)
Bauwerksgestaltung	Arbeitsblatt ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen (DWA-ATV-A 128, 1992), in Überarbeitung s. DWA-A 102)
Betriebsüberwachung und Bauwerksgestaltung	Arbeitsblatt DWA-A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung (DWA-A 166, 2013) Merkblatt DWA-M 176, Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung (DWA-M 176, 2013)
Auswahl, Einbau und Betrieb von Wasserstandsmessgeräten	Merkblatt DWA-M 181, Messungen von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen (DWA-M 181, 2011)
Wartung von Messungen an Regenbecken	Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb (LfW Bayern, 2001); Regenbecken im Mischsystem - Messen, Bewerten und optimieren. Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenbecken (DWA BW, 2017)
Hinweise zum Messdatenmanagement (Datenprüfung, -korrektur, -speicherung),	Merkblatt DWA-M 151, Messdatenmanagementsysteme (MDMS) in Entwässerungssystemen (DWA-M 151, 2014); Merkblatt DWA-M 181, Messungen von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen (DWA-M 181, 2011); Regenbecken im Mischsystem - Messen, Bewerten und optimieren. Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenbecken (DWA BW, 2017)

5 Anforderungen der Selbstüberwachungsverordnung in NRW

Der § 3 der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser (SüwVO Abw) stellt in NRW hinsichtlich der Überwachung der Abwassereinleitungen aus Entlastungsbauwerken mittels Wasserstandsmessgeräten die folgenden Anforderungen (SüwVO Abw, 2013):

*„Bei Abwassereinleitungen gemäß § 1 Absatz 1 Nummer 2, die in der Anweisung zur Selbstüberwachung festzulegen sind, sind grundsätzlich bei Regenüberlaufbecken und Stauraumkanälen eines Kanalisationsnetzes sowie bei **bedeutenden Regenklärbecken**, zur Überwachung kontinuierlich aufzeichnende Wasserstandsmessgeräte einzubauen. Durch **geeignete Auswertungen** der Wasserstände und Benutzungszeiten sind Überlaufmengen, -dauer und -häufigkeit und **bei Bedarf** die zur Abwasserbehandlungsanlage weitergeleiteten Abwassermengen zu ermitteln. Für die übrigen Einleitungen sind in der Anweisung zur Selbstüberwachung gemäß § 4 **ausreichende Maßnahmen** festzulegen, die eine unzulässige Belastung der Gewässer erkennen lassen (zum Beispiel durch Inaugenscheinnahme).“*

Die hervorgehobenen Begriffe der SüwVO Abw sind bisher rechtlich unbestimmt und wurden bislang nicht weiter erläutert. In den anschließenden Abschnitten erfolgt daher eine technische Konkretisierung dieser Begriffe und es werden praxisorientierte Hinweise zur Umsetzung der Verordnung zusammengefasst:

- Hinweise zur Definition **bedeutender Regenklärbecken** (5.1)
- **Geeignete** Methoden zur **Auswertung** der Wasserstände (5.2)
- Auswertung der weitergeleiteten Abwassermengen **bei Bedarf** (5.2.7)
- **Ausreichende Maßnahmen** zur Überprüfung der Gewässerbelastung (5.3)

5.1 Hinweise zur Definition bedeutender Regenklärbecken

Um festlegen zu können, ob ein Regenklärbecken eine bedeutende Rolle innerhalb des Entwässerungssystems spielt, wird dem Betreiber empfohlen, eine Selbsteinschätzung vorzunehmen (Zusammenstellen der Bauwerkskenngrößen) und diese mit der zuständigen Aufsichtsbehörde (Unteren Wasserbehörde) abzustimmen.

Die folgende Matrix fasst die maßgebenden Kriterien zusammen, die von den Betreibern als Grundlage für eine Bewertung der einzelnen Regenklärbecken genutzt werden kann.

Tabelle 2: Bewertungsmatrix zur Bedeutung von Regenklärbecken

Kriterien		Bewertung
Allgemeine Kriterien	Das RKB wurde neu erbaut oder es sind wesentliche Umbauten erfolgt	
	An das RKB sind Industrie- oder Gewerbegebiete angeschlossen (beispielsweise Flächen der Kategorie III)	
	An die Einleitung des RKB werden weitergehende Anforderungen gestellt (beispielsweise Nachschaltung RBF)	
Bauwerkskenngrößen	Weiterleitungsmenge zur Kläranlage und kritischer Regenabfluss	
	Absolutes und spezifisches Speichervolumen	
	Oberflächenbeschickung	
Immissionsbetrachtung	Das RKB leitet in ein Wasserschutzgebiet und/oder Laichgewässer ein	
	Zustand und ökologisches Potential des Gewässers, hydraulische und stoffliche Defizite im Gewässer (Nachweis BWK-M 3/M7)	
	Ergebnisse der Bestandsaufnahme gemäß WRRL	
Abschließendes Ergebnis – Ist das Regenbecken messtechnisch zu überwachen?		

Es wird empfohlen, neben den allgemeinen Kriterien aus Tabelle 2, zusätzlich insbesondere den ökologischen Zustand des unterhalb liegenden Gewässers in die Bewertung der Regenklärbecken einzubeziehen. Dabei kann eine Immissionsbetrachtung in Anlehnung an die BWK Merkblätter M3 oder M7 hilfreich sein (BWK, 2014) (BWK, 2008).

Für die Bewertung der „Bedeutung“ und des Betriebsverhaltens eines Regenklärbeckens können zudem bereits aufgezeichnete Datenreihen analysiert werden (z. B. Wasserstandsmessungen zur Pumpensteuerung).

Sind solche Messreihen nicht vorhanden, besteht die Möglichkeit, die Aktivität des Bauwerks über eine temporäre Messkampagne (mindestens ein Jahr aufgrund saisonaler Einflüsse) mit einem (mobilen) Wasserstandsmessgerät zu bewerten.

5.2 Geeignete Methoden zur Auswertung der Wasserstände

Eine nach standardisierten Methoden und Gütekriterien durchgeführte Auswertung, der in Regenbecken aufgezeichneten Wasserstände und Betriebslaufzeiten bietet für die Betreiber und die Aufsichtsbehörden die Möglichkeit, Auffälligkeiten im Betriebsverhalten und Zusammenhänge mit dem Kanalnetz zu erkennen und eine Datenhistorie anzulegen. Zusätzlich ermöglicht eine Standardisierung der im Rahmen der SÜwVO Abw ermittelten Berichtsdaten das Betriebsverhalten einzelner Regenbecken untereinander zu vergleichen.

Laut SÜwVO Abw sind die in **Tabelle 3** aufgeführten **Berichtsdaten** (zum Teil nur bei Bedarf) auszuwerten. Neben den bisher geforderten Berichtsdaten wurden in dieser Handlungsempfehlung die Berichtsrößen „Niederschlag“ und „Datenverfügbarkeit“ ergänzt, um die Aussagekraft der dokumentierten Berichtsdaten zusätzlich zu steigern. Weitere Erläuterungen hierzu folgen in Kapitel 5.2.1 und 5.2.6.

Tabelle 3: **Geforderte Berichtsdaten** zur Betriebsüberwachung von Regenbecken und Erläuterungen gemäß SÜwVO Abw (SÜwVO Abw, 2013) mit *Ergänzungen des Gütekriteriums „Datenverfügbarkeit“ und des „Niederschlags“*

	Berichtsdaten	Einheit	Erläuterung
	Niederschlag	mm/a	Jahresniederschlagssumme im Einzugsgebiet des Bauwerks
Einstau Beckenkammer	Tage mit Einstau	n/a	Anzahl der Kalendertage mit mind. 15-minütigem Einstau . Maximal 365/366 Tage mit Einstau pro Jahr möglich.
	Einstaudauer	h/a [hh:mm]	Jahressumme der Einstaudauer in Stunden pro Jahr
	Ausfalltage	n/a	Anzahl der Ausfalltage der zugehörigen Messung gerundet auf ganze Tage (Aufsummierung aller Datenlücken, die auf Messausfall und Messfehlern, auch solche, die bereinigt wurden, basieren)
	Datenverfügbarkeit	%	Anteil berichtsfähiger Daten (um Messfehler bereinigter, korrigierter und falls möglich um Ersatzwerte ergänzter Datensatz) an dem gesamten Mess-/Berichtszeitraum (i. d. R. ein Jahr)
Entlastung Klärüberlauf/ Beckenüberlauf ¹⁾	Tage mit Entlastung	n/a	Anzahl der Kalendertage mit Entlastung. Maximal 365/365 Tage mit Entlastung pro Jahr möglich
	Entlastungsdauer	h/a [hh:mm]	Jahressumme der Entlastungsdauer über Klärüberlauf / Beckenüberlauf in Stunden pro Jahr
	Volumen	m ³ /a	Entlastungsvolumen in Kubikmeter pro Jahr
	Ausfalltage	n/a	Anzahl der Ausfalltage der zugehörigen Messung gerundet auf ganze Tage (Aufsummierung aller Datenlücken, die auf Messausfall und Messfehlern, auch solche die bereinigt wurden, basieren)
	Datenverfügbarkeit	%	Anteil berichtsfähiger Daten (um Messfehler bereinigter, korrigierter und falls möglich um Ersatzwerte ergänzter Datensatz) an dem gesamten Mess-/Berichtszeitraum (i. d. R. ein Jahr)
Bei Bedarf – Weiterleitung zur Kläranlage	Drosselabfluss	m ³ /a	Weiterleitungsmenge zur Kläranlage in Kubikmeter pro Jahr
	Ausfalltage	n/a	Anzahl der Ausfalltage der zugehörigen Messung gerundet auf ganze Tage (Aufsummierung aller Datenlücken, die auf Messausfall und Messfehlern, auch solche die bereinigt wurden, basieren)
	Datenverfügbarkeit	%	Anteil berichtsfähiger Daten (um Messfehler bereinigter, korrigierter und falls möglich um Ersatzwerte ergänzter Datensatz) an dem gesamten Mess-/Berichtszeitraum (i. d. R. ein Jahr)

¹⁾ In Fangbecken und Stauraumkanälen befindet sich lediglich ein Beckenüberlauf, für den die geforderten Berichtsdaten ausgewertet werden müssen. In Durchlaufbecken gibt es zusätzlich einen Klärüberlauf, sodass hier die Berichtsdaten für beide Entlastungsschwellen ausgewertet werden müssen.

Die Auswertung des Einstau- und Entlastungsverhaltens eines Regenbeckens findet in der Regel auf Basis von Wasserstandsganglinien statt. Abbildung 2 zeigt hierzu einen beispielhaften Verlauf einer Ganglinie mit Klärüberlauf, Beckenüberlauf und Mindestwasserstand.

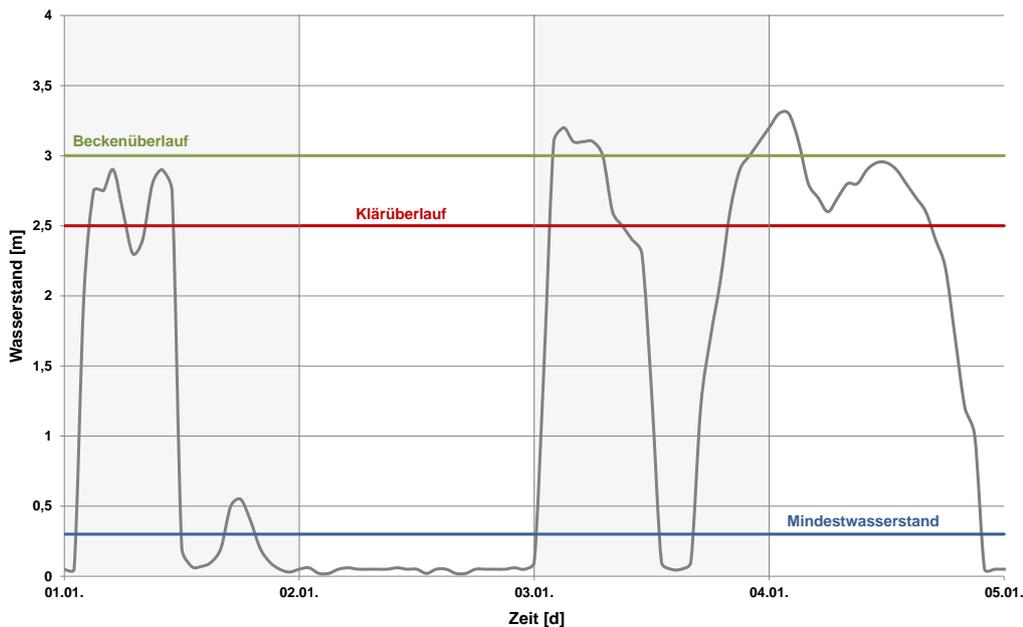


Abbildung 2: Darstellung einer Wasserstandsganglinie an einem Regenbecken

Für eine erste Plausibilisierung des Einstau- und Entlastungsverhaltens sollten die ermittelten Mindestwasserstände und Schwellenhöhen in Verbindung mit der Wasserstandsganglinie visualisiert werden. In Abbildung 2 sind beispielhaft der Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, in blau (0,3 m), die Höhe des Klärüberlaufs in rot (2,5 m) und der Beckenüberlauf in grün (3,0 m) in Bezug zur Wasserstandsganglinie dargestellt.

Mit Hilfe dieser Darstellungsweise wird schnell deutlich, dass der Mindestwasserstand (Beckeneinstau) sowie der Klärüberlauf viermal und der Beckenüberlauf zweimal überschritten wurden (Einzelereignisse).

Die Auswertungsmethode der Einstau- und Entlastungshäufigkeit im Rahmen der SÜWVO Abw (Zählkriterium: Tage mit Einstau und Entlastung gemäß ATV-DVWK-M 177, 2001) wird in Kapitel 5.2.3 genauer erläutert.

Eine regelmäßige visuelle Prüfung der Wasserstandsganglinien, einhergehend mit vor Ort gesammelten Kenntnissen zum Bauwerk, ist für die anschließende Auswertung der Berichtsdaten unumgänglich. Ein fehlerhafter Mess- oder Bauwerksbetrieb kann so zeitnah aufgezeigt und behoben werden.

Beispiele für eine visuelle Prüfung des Bauwerksbetriebs mit Hilfe von Ganglinien sind im zweiten Teil der Handlungsempfehlung (Anhang A4) aufgeführt.

Um plausible Wasserstandsganglinien beziehungsweise „berichtsfähige Daten“ bereitstellen zu können, sollte der detaillierten Datenauswertung stets eine Datenplau-

sibilisierung vorausgehen, in der fehlerhafte Messwerte eliminiert, korrigiert und nach Möglichkeit Lücken mit Ersatzwerten gefüllt werden.

Findet die Auswertung der Messdaten nicht auf Basis eines belastbaren Datensatzes statt, so stellen die ausgewerteten Berichtsdaten nach SÜwVO Abw weder für den eigenen Betrieb noch für die Aufsichtsbehörden einen brauchbaren Mehrwert dar und können gegebenenfalls zu falschen Maßnahmen- und Investitionsentscheidungen führen.

Die folgende Tabelle fasst konkret zusammen, auf welcher Datenbasis (Qualitätsstufe) die geforderten „Berichtsdaten“ (siehe Tabelle 3) gemäß SÜwVO Abw ausgewertet werden sollen.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Datengrundlage zur Ermittlung der **Berichtsdaten**

Daten	Bearbeitungsstand/Qualitätsstufe		Berichtsdaten
Eingangsdaten	Unbearbeiteter Datensatz	- Datenlücken durch Messgerätedefekt / Messausfall	-
Produktionsdaten	Bereinigter Datensatz (Plausibilisierung)	- Datenlücken durch Messgerätedefekt / Messausfall - Datenlücken durch Entfernen / Verwerfen von eindeutigen Messfehlern / Messausreißern	Ausfalltage
	Berichtsfähiger / korrigierter Datensatz	- Ergänzung von Ersatzwerten (Auffüllen von Datenlücken, falls möglich) - Korrektur vorhandener Daten (falls möglich)	Datenverfügbarkeit
	Berechneter Datensatz ¹⁾		Häufigkeit und Dauer von Einstau und Entlastung Weiterleitungsmenge zur Kläranlage Entlastungsvolumina

¹⁾ abgeleitete Daten (beispielsweise Entlastungsvolumen aus Überfallhöhe)

Um eine möglichst hohe Qualität des Eingangsdatensatzes erzeugen zu können und den Aufwand der Datenplausibilisierung und -korrektur gering zu halten, ist die Erarbeitung eines Messkonzeptes und die Betreuung des Messbetriebes mit besonderer Sorgfalt durchzuführen. Hinweise hierzu werden in Teil 2 (Messbetrieb und Messkonzept) der Handlungsempfehlung gegeben.

Hinweise, Hilfestellung und erforderlichen Kriterien zur Plausibilisierung und Prüfung der Eingangsdaten sind Teil 3 der Handlungsempfehlung (Messdatenmanagement) sowie den Merkblättern DWA-M 181 (2011) und DWA-M 151 (2014) zu entnehmen.

5.2.1 Qualität der Datengrundlage im Auswertungszeitraum

Bevor die Berichtsdaten zu Einstau und Entlastung eines Regenbeckens ermittelt werden, sollten die Eingangsdaten gegebenenfalls bearbeitet und die Qualität sowie Belastbarkeit der verwendeten Datengrundlage mithilfe der Gütekriterien „Ausfalltage“ und „Datenverfügbarkeit“ bewertet werden (siehe vergleichend Tabelle 4).

Eingangsdaten

Abbildung 3 zeigt eine Wasserstandsganglinie über fünf Tage (7200 Messwerte), die auf einem unbearbeiteten Eingangsdatensatz (Rohdaten) basiert. Die Abkürzungen KÜ und BÜ steht jeweils für die Schwellenoberkante des Klär- und Beckenüberlaufs. Weist ein Eingangsdatensatz Lücken auf, so sind diese entweder auf einen Messgerätedefekt oder einen Übertragungsfehler zurückzuführen. Die gezeigte Beispielganglinie weist eine Datenlücke von 19 Stunden (1140 Messwerte, roter Abschnitt in Abbildung 3) auf.

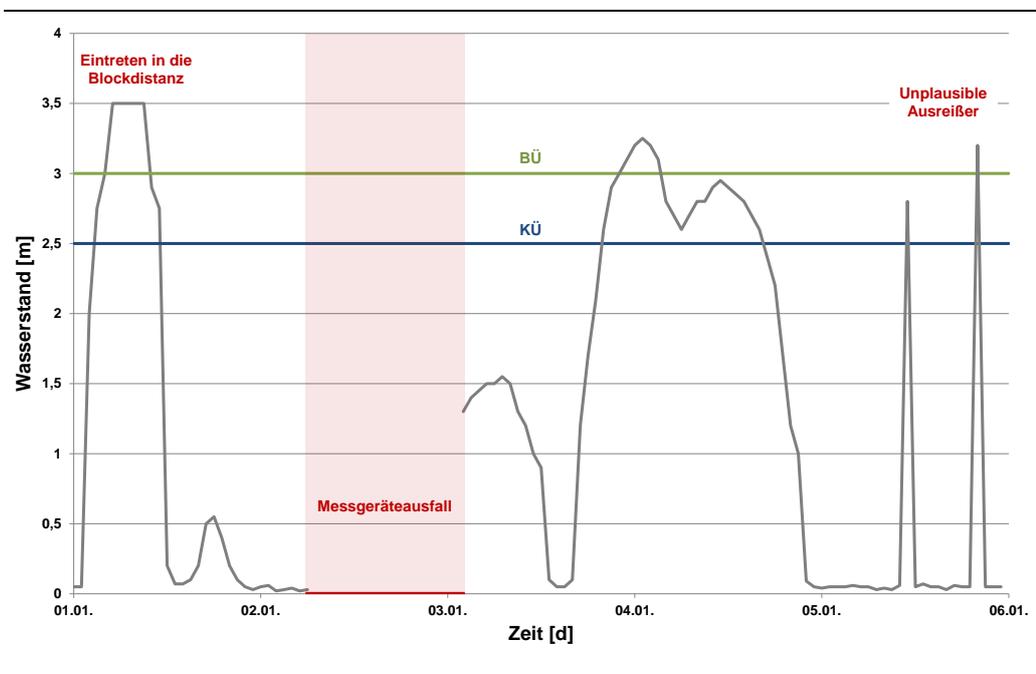


Abbildung 3: Wasserstandsganglinie, die auf einem unbearbeiteten Eingangsdatensatz (Rohdaten) basiert

Um einen qualitativ hochwertigen Eingangsdatensatz bereitstellen zu können (so wenig Messausfall wie möglich), ist eine ordnungsgemäße Installation der Messtechnik und ein zuverlässiger Messbetrieb eine wichtige Grundlage. Hinweise hierzu sind in Teil 2 der Handlungsempfehlung zu finden.

Die in Abbildung 3 dargestellte Ganglinie weist neben der Datenlücke zusätzlich fehlerhafte oder unplausible Daten auf, die beispielsweise auf das Eintreten des Wasserspiegels in die Blockdistanz des Messgerätes zurückzuführen sind. Diese Messfehler dürfen bei der Auswertung des Einstau- und Entlastungsverhaltens nicht berücksichtigt werden und müssen in der weiteren Bearbeitung entfernt werden.

Produktionsdaten - Bereinigter Datensatz (Plausibilisierung)

Abbildung 4 zeigt die um Messfehler bereinigte Beispielganglinie. Nicht plausible Wasserstände wurden entfernt und durch Lücken ersetzt (zusätzliche rote Abschnitte in Abbildung 4).

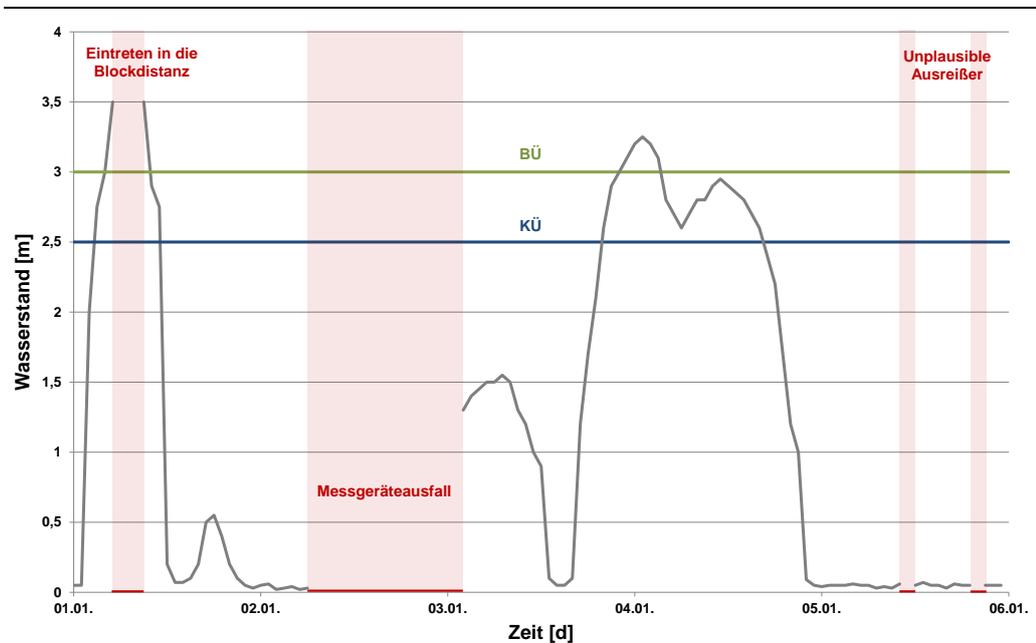


Abbildung 4: Bearbeitete Wasserstandsganglinie, die auf einem bereinigten Produktionsdatensatz basiert (Messfehler durch Datenlücken ersetzt)

Durch die Bereinigung der Messfehler vergrößert sich die bisherige Datenlücke der Beispielganglinie von 19 Stunden auf 23 Stunden (1380 Messwerte).

Gemäß der Vorgaben nach SÜwVO Abw (siehe Tabelle 3) ist auf der Basis einer bereinigten Wasserstandsganglinie das Kriterium „**Ausfalltage (in ganzen Tagen pro Jahr)**“ zu bestimmen. In Tabelle 5 ist die Aussage der Ausfalltage und die Auswertung dieser beschrieben.

Tabelle 5: Definition des Gütekriteriums „**Ausfalltage**“

Aussage	Bestimmt die Qualität des Messbetriebs beziehungsweise die Zuverlässigkeit der einzelnen Messungen
Datengrundlage	Bereinigter Datensatz, unplausible/fehlerhafte Daten werden aus dem Datensatz entfernt (auf Lücke gesetzt). Ersatzwerte dürfen <u>nicht</u> eingefügt/berücksichtigt werden
Auswertung	Aufsummierung aller Datenlücken/Ausfallminuten innerhalb des Auswertungszeitraums (entstanden durch Messausfall oder durch Bereinigung)
Tabellarische Angabe	Auf- oder abgerundete Ganzzahl (ganze Tage)

Für das gezeigte Beispiel in Abbildung 4 ergibt sich somit **ein Ausfalltag (23 Stunden aufgerundet)**.

Produktionsdaten - Berichtsfähiger/korrigierter Datensatz

Neben dem gemäß SÜwVO Abw geforderten Kriterium „Ausfalltage“ zur Bewertung des Messbetriebes wird zusätzlich die Auswertung der „**Datenverfügbarkeit (in Prozent)**“ empfohlen. Dieses Kriterium ist in Tabelle 6 genauer erläutert.

Tabelle 6: Definition des Gütekriteriums „**Datenverfügbarkeit**“

Aussage	Bestimmt die Belastbarkeit/Qualität der ermittelten Berichtsdaten und die Verfügbarkeit an berichtsfähigen Daten
Datengrundlage	Datensatz: berichtsfähige Daten; bereinigter und um Ersatzwerte ergänzter Datensatz (Datenkorrektur), unplausible/fehlerhafte Daten werden aus dem Datensatz entfernt. Ersatzwerte sollen eingefügt/berücksichtigt werden, z. B. Ergänzung fehlender Daten bei Trockenwetter
Auswertung	Berichtsfähige Daten/Messergebnisse in Bezug auf den erwarteten Gesamtdatensatz des jeweiligen Auswertungszeitraums (in Abhängigkeit von der gewählten Diskretisierung)
Tabellarische Angabe	Prozentualer Anteil (Angabe mit einer Nachkommastelle)

Umfangreiche Hilfestellungen für die Plausibilisierung, Bereinigung und Korrektur von Messdaten sind in Teil 3 der Handlungsempfehlung zu finden. Abbildung 5 zeigt die bereinigte und um plausible Ersatzwerte ergänzte Wasserstandsganglinie (grüne Abschnitte in Abbildung 5).

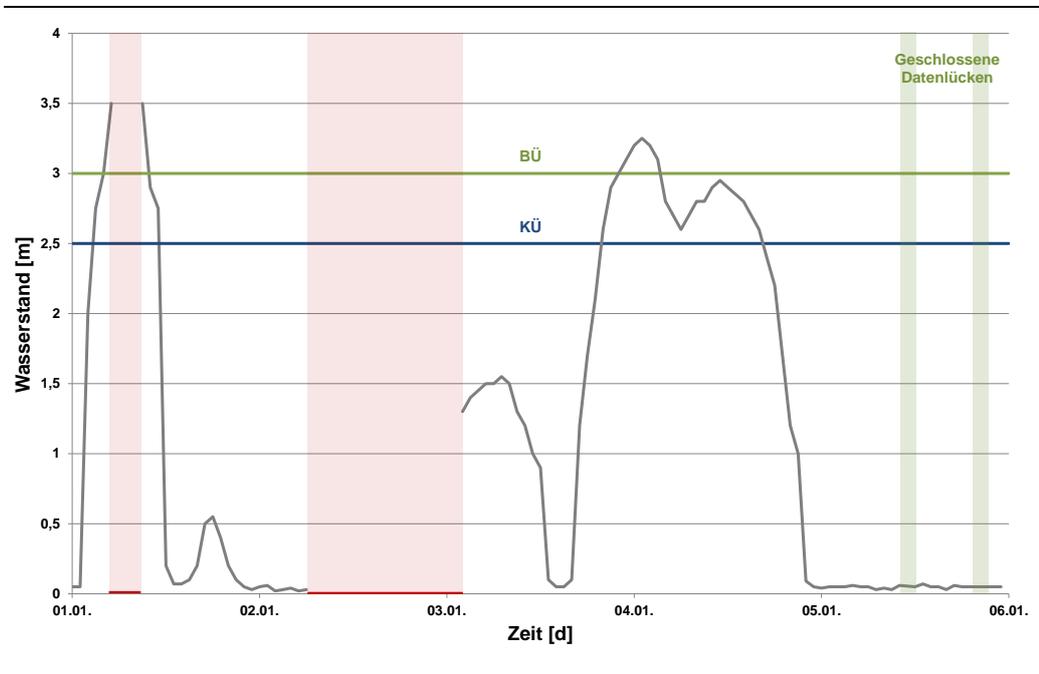


Abbildung 5: Bearbeitete Wasserstandsganglinie, die auf einem bereinigten und – soweit möglich – korrigierten Produktionsdatensatz basiert (Datenlücken zum Teil durch Ersatzwerte ergänzt)

Durch das Hinzufügen der Ersatzwerte konnte die Summe der Datenlücken der Beispielganglinie in Abbildung 5 von 23 auf 22 Stunden reduziert werden (1320 Messwerte). Für den gezeigten Zeitabschnitt von fünf Tagen (7200 Messwerte) ergibt sich somit eine **Datenverfügbarkeit von rund 82 %**.

Eine Datenverfügbarkeit von über 90 % sollte vorliegen, um einen belastbaren, vergleichbaren Jahresberichte gemäß SÜWVO Abw erzeugen zu können. Liegt die Datenverfügbarkeit deutlich unterhalb von 90 %, so ist eine detaillierte monatliche Betrachtung bauwerksspezifisch durchzuführen, um eine eindeutige Aussage zum Betriebsverhalten treffen zu können.

Die Auswertung der Gütekriterien „Ausfalltage“ und „Datenverfügbarkeit“ ermöglichen eine qualitative Bewertung der ermittelten Einstau- und Entlastungshäufigkeit sowie -dauer.

5.2.2 Definition des Mindestwasserstands (Einstaubeginn)

Während der Klär- und Beckenüberlauf auf Grund der Bauwerksgeometrie feste Größen für die Datenauswertung darstellen, ist der Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, durch den Betreiber festzulegen. Dieser Mindestwasserstand ist in Abhängigkeit von Typ, Anordnung, Geometrie und Beschickung des Bauwerks individuell auf Basis von Planungsunterlagen, Ortsbesichtigungen und vorliegenden Messdaten festzulegen (siehe Anhang A3). Im Idealfall wird schon im Rahmen der Bauwerksplanung ein Hinweis zur Lage des Mindestwasserstands gegeben.

Die folgende Tabelle bündelt Kriterien, die für die Definition eines plausiblen Mindestwasserstands zu betrachten sind. Wird der definierte Mindestwasserstand überschritten, so sind in der Regel die im Folgenden aufgeführten, für das jeweilige Bauwerk relevanten, Kriterien erfüllt:

Tabelle 7: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert

Kriterium		Relevant [ja/nein]	Wasser- stand ¹⁾ [cm]
1 - Drossel	Drossel ist in Funktion		
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)		
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumen sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)		
3 - Anordnung und Bauwerkstyp	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze		
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)		
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten		
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze		
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?			

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Für die Auswertung des Einstau- und Entlastungsverhaltens ist es von besonderer Bedeutung, dass der Mindestwasserstand und die Schwellenoberkante in Bezug zum Nullpunkt des Messgerätes bestimmt werden müssen (Punkt 2 in Abbildung 6), da dieser nicht grundsätzlich der Beckensohle entspricht (Punkt 1 in Abbildung 6). Weitere Informationen zur Nullpunktbestimmung und Einmessen von relativen Höhen sind in Teil 2 der Handlungsempfehlung zu finden.

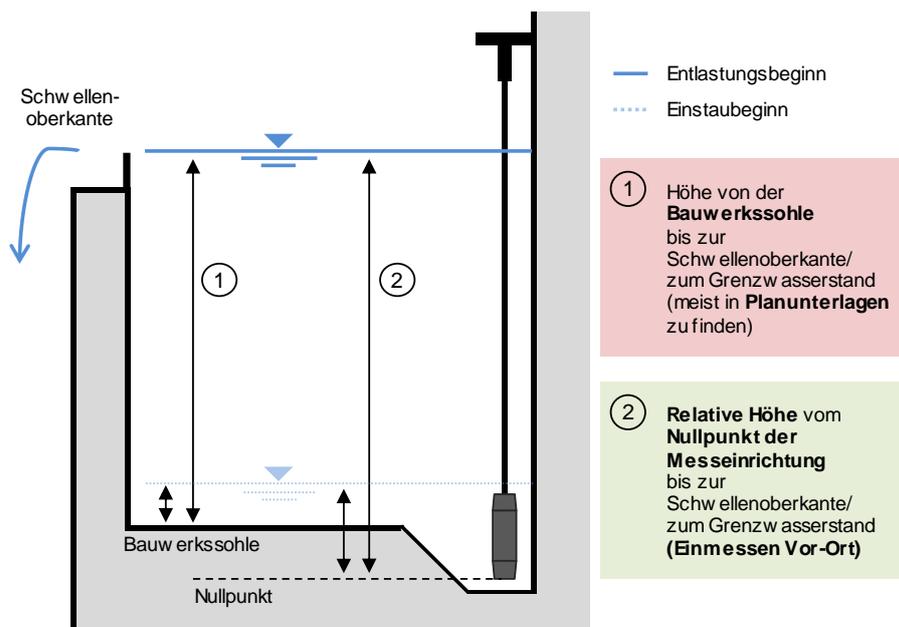


Abbildung 6: Bestimmung der Schwellenhöhe im Bezug zum Nullpunkt der Messeinrichtung (hier: Drucksonde)

Der auf Basis von Beckengeometrie und Beckentyp festgelegte Mindestwasserstand (Kriterien aus Tabelle 7) sollte abschließend mithilfe der Auswertung bereits aufgezeichneter Einstauereignisse bestätigt werden. Dazu ist die Wasserstandsganglinie und eine Häufigkeitsverteilung (Histogramm) der aufgezeichneten Wasserstände zu betrachten, wie in Abbildung 7 dargestellt.

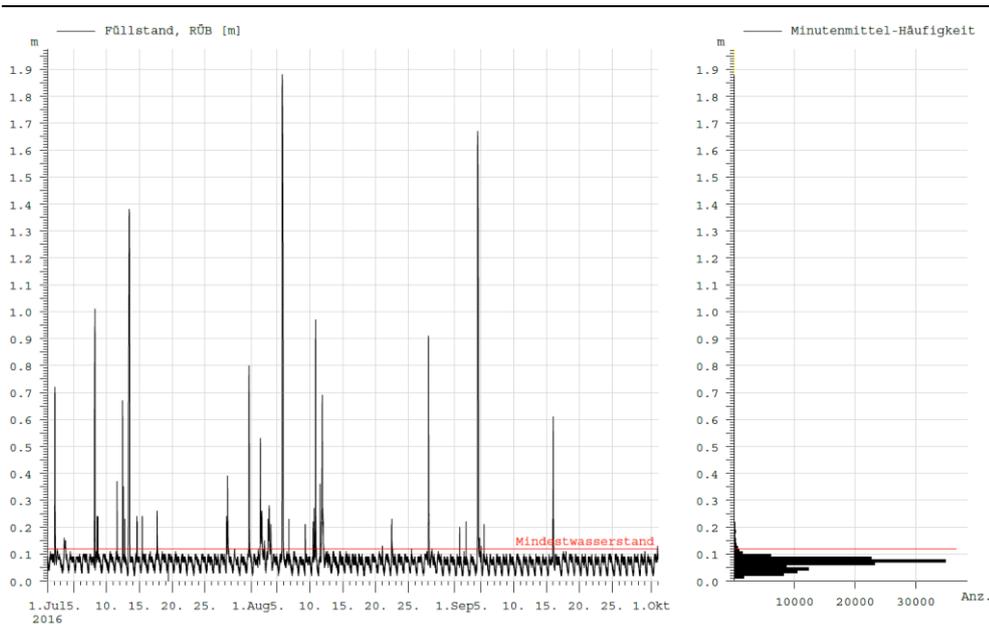


Abbildung 7: Plausibilisierung des definierten Mindestwasserstands mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf der Wasserstandsganglinie des Bauwerks (links) basiert

Die Ganglinie in Abbildung 7 wurde in einem Regenüberlaufbecken, das im Hauptschluss betrieben wird, aufgezeichnet. Aufgrund der Randbedingungen im Bauwerk (Tabelle 7) wurde ein Mindestwasserstand von 12 cm für den Beginn des Beckeneinstaus definiert. Die aufgezeichneten Wasserstände bestätigen über einen Ausschlag in der Häufigkeitsverteilung (Histogramm; Häufigkeit, mit der ein Messwert im betrachteten Berichtszeitraum gemessen wurde) den gewählten Mindestwasserstand: Erst im Regenwetterfall steigt der Wasserstand über die Tagesgangspitze an Trockenwettertagen hinaus an und das Beckenvolumen wird aktiviert.

Der festgelegte Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, ist regelmäßig, vor allem aber nach baulichen oder betrieblichen Veränderungen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Da die Bauwerke innerhalb eines Entwässerungsnetzes sich unter anderem in Geometrie, Typ und Anordnung deutlich voneinander unterscheiden, kann keine allgemeingültige Definition zur Bestimmung des Mindestwasserstandes gegeben werden. Im Anhang A3 ist daher die Herangehensweise zur Definition des Mindestwasserstands für verschiedene Bauwerksausführungen wie Bauwerke im Nebenschluss, Bauwerke mit mehreren Beckenkammern und Bauwerke, welches im Dauerstau betrieben werden, beispielhaft dargestellt.

5.2.3 Auswertung der Einstauhäufigkeit und -dauer

Einstauhäufigkeit

Die Einstauhäufigkeit von Regenbecken ist gemäß der Definition des Merkblatts ATV-DVWK-M 177 (2001) als „Anzahl der Kalendertage mit Einstau (in ganzen Tagen pro Jahr)“ auszuwerten. Diese Zählweise wird beispielhaft in Abbildung 8 dargestellt. Die Abkürzung „E“ steht für einen Tag mit Einstauereignis.

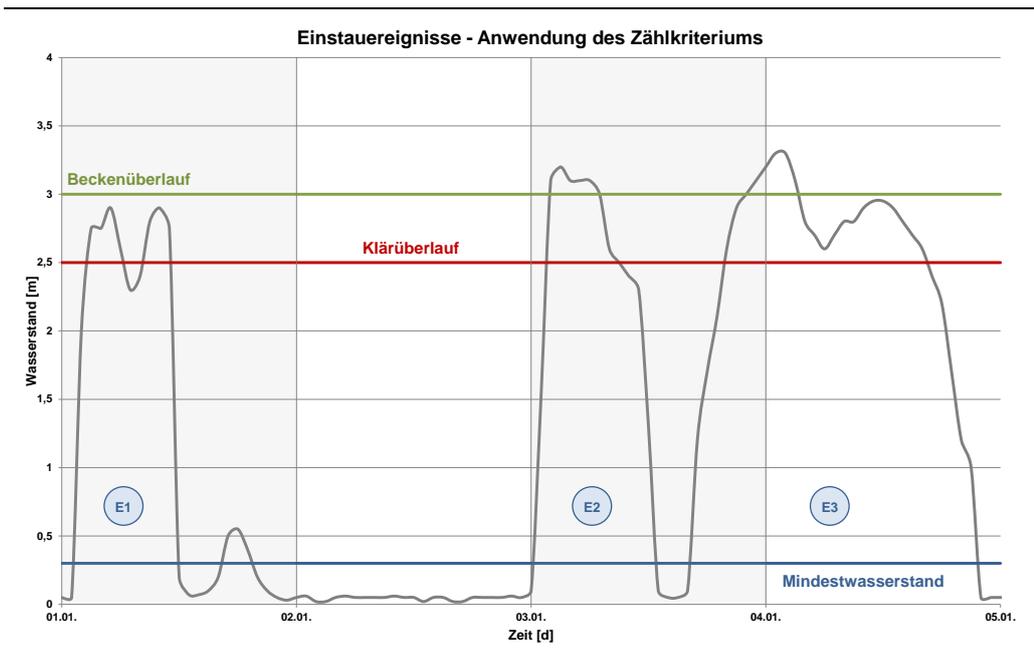


Abbildung 8: Anwendung des Zählkriteriums „Kalendertage mit Einstau“. Hier: drei Kalendertage mit Einstau.

Dies bedeutet, dass die Aufzeichnung von mehrfachen, kurzzeitigen Einstauereignissen, die durch Wasserstandschwankungen hervorgerufen werden (E1 in Abbildung 8), lediglich als „ein Tag mit Einstauereignis“ gezählt wird. Dabei werden immer ganze Tage berücksichtigt. Der Einstau kann mit maximal 365 bzw. 366 Tagen im Jahr angegeben werden. Ein Einstauereignis, welches über Mitternacht hinaus andauert, wird hingegen als „zwei Kalendertage mit Einstau“ gezählt.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass der Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, jeweils 15 Minuten oder länger durchgängig überschritten werden muss, damit dieser Einstau als „substantielles Ereignis“ in der Auswertung gemäß SÜwVO Abw berücksichtigt wird.

Einstaudauer

Neben der Einstauhäufigkeit wird auch die aufsummierte Gesamtdauer aller Überschreitungen des Mindestwasserstands (Einstaudauer, in Stunden pro Jahr) erfasst. Dieser Wert ist unabhängig von der oben definierten Mindestüberschreitungsdauer von 15 Minuten.

5.2.4 Auswertung der Entlastungshäufigkeit und -dauer

Schwellenoberkante

Um die Entlastungshäufigkeit belastbar auswerten zu können, ist der Fokus, wie auch für die Auswertung der Einstauhäufigkeit, auf das **exakte Einmessen der Schwellenhöhe vor Ort in Bezug zur Messeinrichtung** zu richten (siehe Abbildung 6). Schwellenhöhen sollten nicht „blind“ den Planunterlagen entnommen werden. Abweichungen zwischen Planung und Ausführung von ± 10 cm sind keine Seltenheit und verursachen enorme Auswertungsfehler.

Die vor Ort bestimmten Höhen müssen anschließend im Rahmen der Datenauswertung, ähnlich wie der definierte Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert (Abbildung 7), über eine Häufigkeitsverteilung (Histogramm) überprüft werden (Abbildung 9).

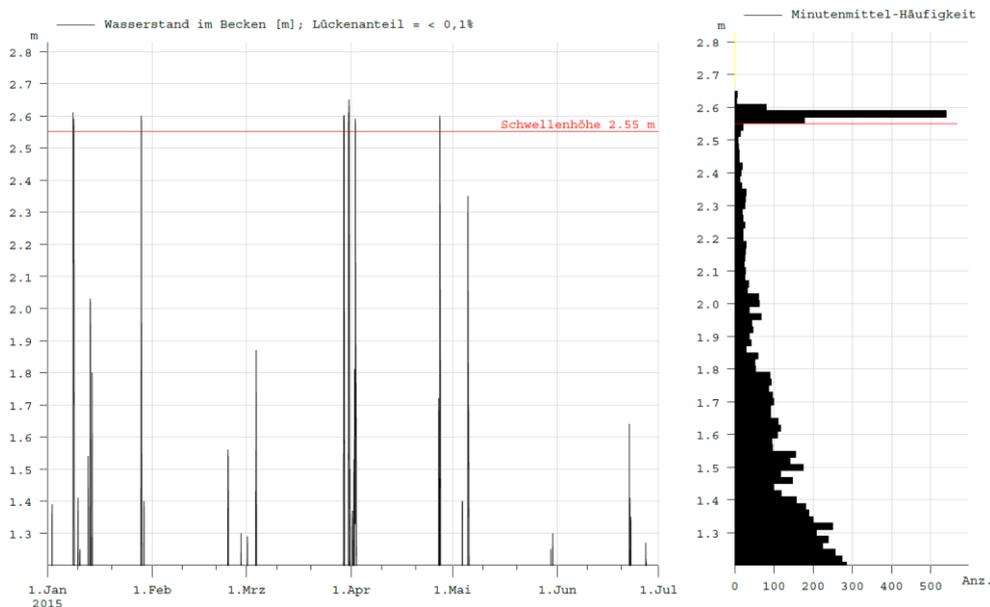


Abbildung 9: Plausibilisierung der vor Ort eingemessenen Schwellenhöhe (Bauwerk im Nebenschluss) mithilfe einer Häufigkeitsauswertung (rechts) basierend auf der Wasserstandsganglinie im Bauwerk (links)

Die Schwellenoberkante ist kurz unterhalb der Auswölbung der Häufigkeitsverteilung anzuordnen. An dieser Stelle, also auf Höhe der Krone der Entlastungsschwelle, steigt der Wasserstand im Vergleich nur geringfügig weiter an, da das zusätzlich einströmende Wasser über die Schwelle in das nahegelegene Gewässer entlastet wird.

Entlastungshäufigkeit

Wie auch für den Einstau, wird die Entlastungshäufigkeit gemäß der Definition des Merkblatts ATV-DVWK-M 177 (2001) als „Kalendertage mit Entlastung“ (in ganzen Tagen pro Jahr)“ ausgewertet (Abbildung 10). Sobald der Wasserstand die Schwellenoberkante überschreitet, wird von einem „Tag mit Entlastung“ gesprochen. Daher kann auch die Entlastungshäufigkeit mit maximal 365 bzw. 366 Tagen im Jahr angegeben werden. Die Benennungen „KÜ“ und „BÜ“ in Abbildung 10 weisen auf die ausgewertete Anzahl an Tagen mit Überlaufereignissen an der jeweiligen Bauwerksschwelle hin.

Entgegen der Definition eines Einstauereignisses wird für ein Entlastungsereignis keine Mindestdauer festgelegt. Überschreitet ein Messergebnis die Schwellenoberkante, so wird dies als Entlastungsereignis gewertet. Um ein Entlastungsereignis genau abbilden zu können, sollten möglichst kurze Messintervalle (empfohlen sind 1-Minuten-Intervalle) gewählt werden (Merkblatt DWA-M 151, 2014). Weitere Informationen zu den Themen Messintervall und Messgenauigkeit sind in Teil 2 der Handlungsempfehlung aufgeführt.

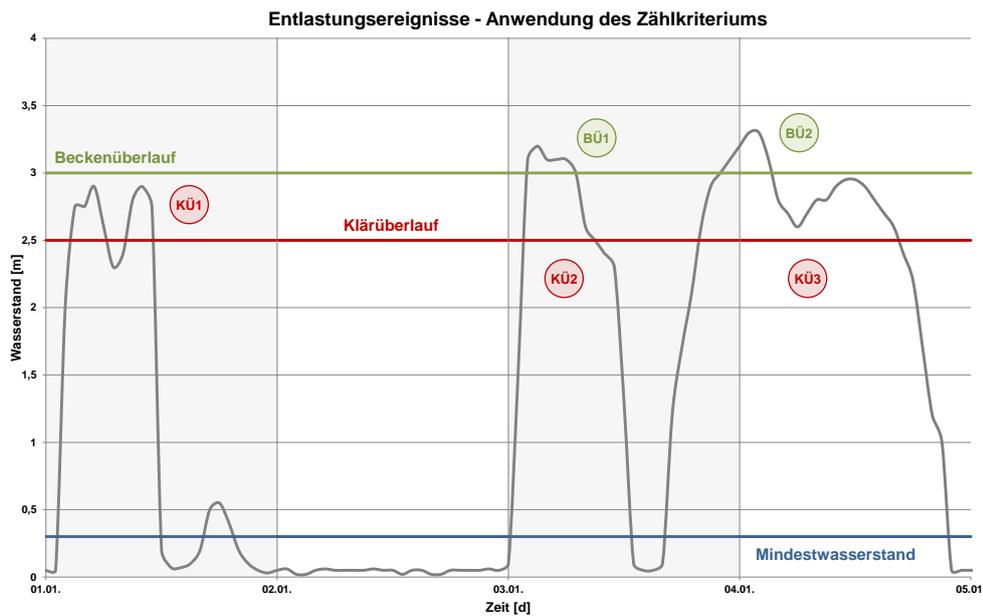


Abbildung 10: Anwendung des Zählkriteriums „Kalendertage mit Entlastung“, hier drei Kalendertage mit Entlastung am KÜ und zwei Kalendertage mit Entlastung am BÜ

Fangbecken sowie Stauraumkanäle besitzen in der Regel lediglich eine Entlastungsschwelle, die als Beckenüberlauf dient (Arbeitsblatt DWA-A 166, 2013). Hier ist folglich die Entlastungsaktivität nur einer Schwelle zu überwachen.

An Durchlaufbecken, die sowohl einen Klärüberlauf als auch einen Beckenüberlauf aufweisen, müssen die Entlastungshäufigkeit sowie -dauer separat an beiden Schwellen ausgewertet werden. Als grundlegende Plausibilitätsprüfung sollte darauf

geachtet werden, dass die Entlastungshäufigkeit sowie -dauer des Klärüberlaufs größer ausfallen müssen als die des Beckenüberlaufs, da diese Schwellenoberkante unterhalb des Beckenüberlaufs liegt. Ist dies nicht der Fall, weisen die Berichtsdaten auf einen Betriebs-, Mess- oder Auswertungsfehler hin.

Entlastungsdauer

Neben der Entlastungshäufigkeit ist gemäß SÜWVO Abw ebenfalls die Entlastungsdauer auszuwerten. Ein Entlastungsereignis beginnt, sobald der Wasserstand die Entlastungsschwelle überschreitet und dauert so lange an, bis der Wasserstand diese wieder unterschreitet. Die Dauer eines Einzelereignisses kann je nach Regenereignis wenige Minuten bis einige Stunden andauern. Im Rahmen der Auswertung nach SÜWVO Abw wird die Dauer der einzelnen Entlastungsereignisse innerhalb eines Berichtsjahres, also alle Zeitintervalle, an denen der Wasserstand die Entlastungsschwelle überschreitet, zu einer Gesamtdauer (in Stunden pro Jahr) aufsummiert.

5.2.5 Auswertung des Entlastungsvolumens

Die gemessenen Wasserstandsganglinien, die die Basis für die Auswertung der Entlastungshäufigkeit und -dauer bilden, können auch für die Berechnung der Entlastungsvolumina (in Kubikmeter pro Jahr) verwendet werden (Arbeitsblatt DWA-A 111 (2010); Überfallberechnung nach Poleni). Ein Beispiel für die Berechnung des Entlastungsvolumens ist im Anhang A1 zu finden. Weitere Hilfestellungen zur Datenauswertung sind in Teil 3 der vorliegenden Handlungsempfehlung (Messdatenmanagement) zusammengestellt.

Auch in diesem Fall ist ein besonderes Augenmerk auf das Einmessen der Wasserstandsmessgeräte und die Bestimmung der Berechnungsparameter, wie den Überfallbeiwert sowie die Schwellenhöhe und -länge, zu legen, um eine plausible Größenordnung der entlasteten Volumina bestimmen zu können (siehe Abbildung 6).

Lassen die hydraulischen Randbedingungen keine Messung in direkter Nähe der Schwelle mit ausreichender Auflösung und somit keine Berechnung des Entlastungsvolumens zu, so besteht ggf. die Möglichkeit, über eine direkte Messung (z. B. sohlgebundene Durchflussmessung) im Entlastungskanal das Volumen hinter der Schwelle aufzunehmen (Merkblatt DWA-M 181, 2011). Hierbei sind insbesondere die hydraulischen Randbedingungen innerhalb des Kanals, wie beispielsweise eine ausreichende Vorlaufstecke vor dem Messgerät, zu berücksichtigen.

Gemäß SÜWVO Abw ist die Ermittlung der Entlastungsvolumina grundsätzlich an allen Bauwerken auf Basis der bereits vorhandenen Messtechnik zur Messung des Wasserstands und der daraus resultierenden Überfallhöhe $h_{\bar{u}}$ durchzuführen.

Es ist jedoch möglich, dass in Abstimmung zwischen Betreiber und Aufsichtsbehörden Bauwerke bestimmt werden, an denen erhöhte Anforderungen an die Ermittlung der Entlastungsvolumina gestellt werden. Ein Praxisbeispiel ist in Anhang A2 zu finden. An diesen Bauwerken sind in der Regel bauliche Maßnahmen sowie eine messtechnische Nachrüstung erforderlich (siehe auch Teil 2 der Handlungsempfehlung).

Eine darüber hinausgehende „exakte“ Messung des Entlastungsvolumens erfordert, insbesondere an bestehenden Bauwerken, neben der Erweiterung der messtechni-

schen Ausrüstung auch bauliche Anpassungen, die in der Regel nur in Sonderfällen angezeigt ist.

Gründe für eine möglichst genaue Messung der Entlastungsvolumina können beispielsweise erhöhte Anforderungen an den Gewässerschutz oder Daten als Grundlage der Defizitanalyse und Maßnahmenplanung im Rahmen der EU-WRRL sein.

Tabelle 8: Ermittlung der Entlastungsvolumina aus Wasserstandsmessungen im Rahmen der Selbstüberwachung

Alle Bauwerke	Auswertung/Abschätzung der Volumina auf Grundlage der vorhandenen Messtechnik zur Wasserstandsmessung (Einstau/Überlauf) → Veränderungen nicht zwingend notwendig
Vereinzelte Bauwerke	Gesteigerter Anspruch an die Erfassung und Auswertung der Volumina nach Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde → Erweiterung der messtechnische Ausrüstung unter besonderer Beachtung der schwierigen hydraulischen Randbedingungen
Sonderfälle	Exakte Ermittlungen der Volumina nach Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde → Erweiterung der messtechnischen Ausrüstung sowie i. d. R. bauliche Anpassungen bei Bestandsbauwerken zur Sicherstellung eindeutiger hydraulischer Randbedingungen

Eine bauliche Anpassung der Bauwerke ist in der Regel mit großem zeitlichem sowie finanziellem Aufwand verbunden. Dieser ist dem Nutzen einer exakten Auswertung der Entlastungsvolumina gegenüberzustellen und eine Umsetzung zwischen Betreiber und Aufsichtsbehörde abzustimmen (Konzepterstellung).

Ferner können Aussagen zur erreichbaren Messgenauigkeit bzw. zum optimalen Messort auch mittels CFD-Berechnungen (Simulation von dreidimensionalen Strömungs- und Transportprozessen) getroffen werden. Weitere Informationen liefert z. B. der Abschlussbericht des Projektes FLUKZ – Durchflussmessung im Bereich gestörter Strömungsprofile im Kanalnetz (Mohn & Uhl; www.fh-muenster.de).

5.2.6 Niederschlag im Einzugsgebiet

Es wird empfohlen, den bisher geforderten Berichtsdaten der einzelnen Bauwerke (Tabelle 3) die gemessene Jahresniederschlagssumme des Einzugsgebietes (in Millimeter pro Jahr) gegenüberzustellen. Dies ermöglicht, vor allem von Seiten der Aufsichtsbehörde, eine direkte Bewertung des Entlastungsverhaltens in Bezug zu den Witterungsverhältnissen. Ist die Niederschlagssumme eines Jahres verhältnismäßig hoch, so ist zu erwarten, dass auch die Entlastungsaktivität der Bauwerke intensiver ausfällt.

Niederschläge werden heute durch die Entwässerungsbetriebe in der Regel durch betriebseigene Niederschlagsmessgeräte, die an repräsentativen Orten innerhalb der Einzugsgebiete aufgestellt sind, aufgezeichnet. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, frei verfügbare Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) heranzuziehen.

5.2.7 Auswertung der Weiterleitungsmenge zur Kläranlage bei Bedarf

Abwassermengen, die von Regenbecken zur Kläranlage weitergeleitet werden, können beispielsweise den gemessenen Entlastungsvolumina gegenübergestellt werden, um diese gemäß den behördlichen Vorgaben zu plausibilisieren. Außerdem liefern diese Daten Informationen zur Netzauslastung und Bewertung des Fremdwasseranfalls.

Wie auch die Bestimmung bedeutender Regenklärbecken, ist die Bewertung, ob an einem Bauwerk die Weiterleitungsmenge zur Kläranlage zu erfassen ist, zwischen dem Betreiber und den zuständigen Aufsichtsbehörden festzulegen. Hilfestellung dazu bietet die nachfolgende Matrix.

Tabelle 9: Bewertungsmatrix zur Feststellung des Bedarfes der Ermittlung der Weiterleitungsmenge zur Kläranlage

Kriterien	Bewertung
Das Bauwerk ist das letzte vor der Kläranlage	
Das Bauwerk weist auffällige Betriebsdaten auf (Entlastung/Einstau)	
Das Bauwerk weist Fremdwasserprobleme auf / lässt diese vermuten	
Absoluter ¹ und spezifischer ² Drosselabfluss	
Hydraulische Engpässe im Netz unterhalb	
Abschließendes Ergebnis – Ist die Weiterleitungsmenge zu ermitteln?	

¹ Drosselabfluss in Liter pro Sekunde [l/s]

² Drosselabfluss in Liter pro Sekunde bezogen auf das Einzugsgebiet in Hektar [l/s·ha]

Wird auf Grundlage einer individuellen Betrachtung festgelegt, dass die Weiterleitungsmenge zur Kläranlage bestimmt werden muss, so ist im Einzelfall eine kontinuierliche Messung des Durchflusses bei Trocken- und Regenwetter (Drosselfall) wie zum Beispiel durch ein gedücktes Vollfüllungs-MID oder andere geeignete Messmethoden (Merkblatt DWA-M 181, 2011) durchzuführen. Häufig genutzte ungedückte Vollfüllungs-MIDs, die zur Drosselung eingesetzt werden und eine Aufnahme von plausiblen Messwerten erst im Vollfüllungszustand bei Regenwetterabfluss (Regelbetrieb) zulassen, sind für die Auswertung der Weiterleitungsmenge zur Kläranlage nicht geeignet. Der Trockenwetterabfluss ist in diesem Fall gesondert zu ermitteln.

Wird der Drosselabfluss nicht direkt gemessen, weil die Drosselung z. B. mittels einer Abflusssteuerung erfolgt, kann die Größenordnung der weitergeleiteten Volumina ggf. mittels einer Wasserstands-Abfluss-Beziehung unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Drosselkalibrierung ermittelt werden (LUA NRW, 2003). Ein Praxisbeispiel ist im Anhang A4 aufgeführt. Alternativ besteht die Möglichkeit, eine gesonderte Messkampagne im Weiterleitungskanal zur Kläranlage durchzuführen, um die weitergeleiteten Abflüsse eines Bauwerks (Fremd- und Schmutzwasseranteile) zu ermitteln.

Falls die Entlastungsrate als Bewertungskriterium z. B. im Rahmen der Maßnahmenplanung herangezogen wird, sollte diese Größe zusätzlich mit einem kalibrierten Modell abgeglichen werden.

5.3 Ausreichende Maßnahmen zur Überprüfung unzulässiger Gewässerbelastung

Für die übrigen Einleitungsstellen, die nicht messtechnisch überwacht werden (beispielsweise Regenüberläufe), sind gemäß SüwVO Abw ausreichende Maßnahmen festzulegen, die eine unzulässige Belastung der Gewässer sicherstellen. Eine Inaugenscheinnahme des Regenbeckens allein ist gegebenenfalls nicht ausreichend. Daher ist in Absprache mit den zuständigen Aufsichtsbehörden festzulegen, welche der im Folgenden beispielhaft aufgeführten Maßnahmen ergriffen werden müssen, um einen ausreichenden Schutz des Wasserkörpers an der Einleitungsstelle gewährleisten zu können:

- Austrag von Hygieneartikeln an Einleitungen aus dem Regenwassernetz (temporär) mit Rechen/Gittern überprüfen.
- Hinweise auf hydraulischen Stress im Gewässer untersuchen (Veränderung/Auskolkung des Gewässerbettes).

Zusätzlich gibt es folgende Möglichkeiten, die Einleitungsstelle zu überwachen:

- Höhenstand und/oder Temperatur (temporär)/Leitfähigkeit der Einleitung in das Gewässer überwachen.
- Turnusmäßige Probennahme zur Überprüfung der Wasserqualität (Schmutzwassertracer).
- Aufwuchskörper einsetzen und auswerten.

Weitere Hinweise sind im Projekt DETEK-T (Detektion von Fehleinleitungen in Trennsystemen und Reduktion der resultierenden Gewässerbelastung) des LANUV zusammengefasst (LANUV 2017; www.lanuv.nrw.de).

6 Vom Messergebnis zum jährlichen Bericht gemäß SÜwVO Abw

Die Erhebung von Messdaten und deren Verarbeitung stellt eine vielschichtige Aufgabe dar, die von mehreren Berufsgruppen übergreifend bearbeitet wird. Das folgende Schaubild (Abbildung 11) zeigt beispielhaft, wie ein durchgängiges Betriebs- und Messdatenmanagement an einem Regenbecken umgesetzt werden kann.

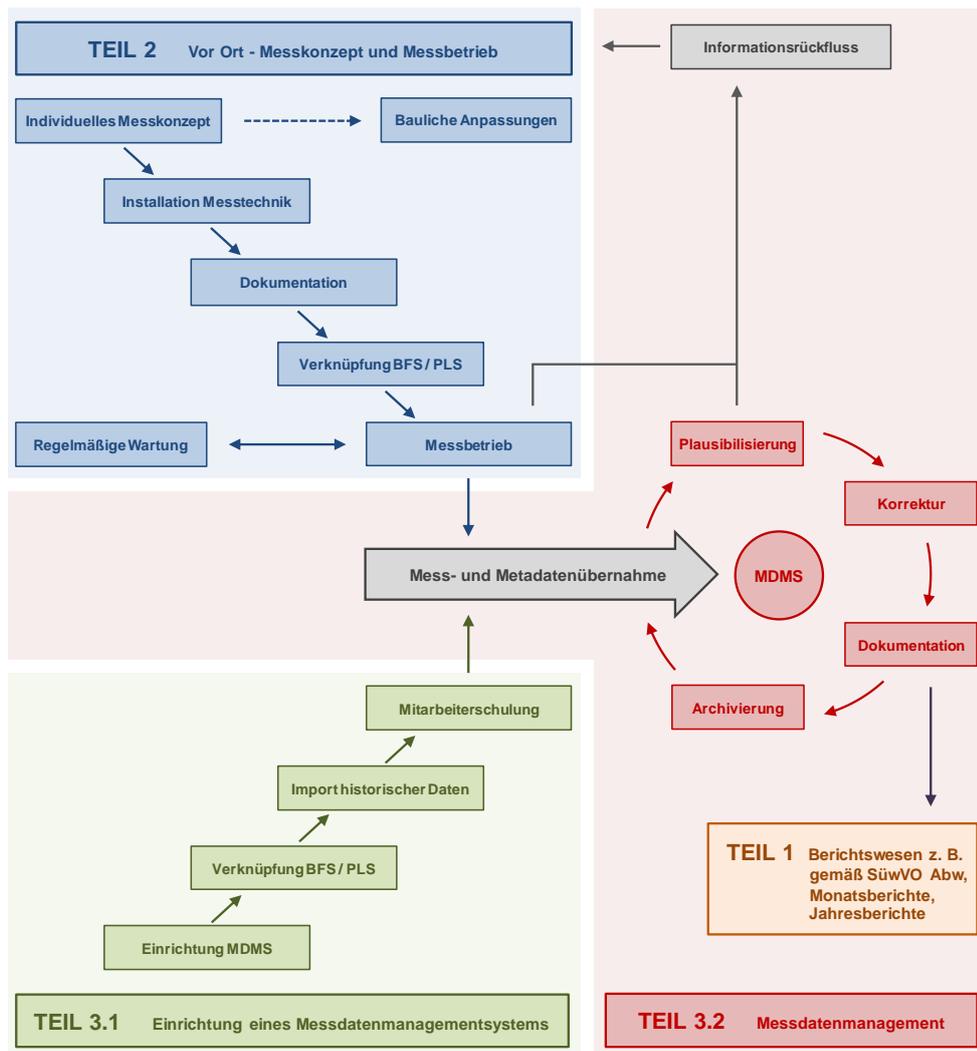


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung zur Verknüpfung der Aufgaben zum Messbetrieb und Messdatenmanagement zur Sicherstellung einer guten Datenqualität (berichtsfähige Daten)

Die verschiedenen Teilbereiche spielen für die Generierung belastbarer Messdaten eine gleichermaßen große Rolle. Um die Grundlage für die Erhebung von qualitativ hochwertigen Datenreihen an Regenbecken sicherzustellen, ist eine ordnungsgemäße Auswahl, Installation und Pflege der dauerhaft eingerichteten Messstellen, u. a. gemäß Merkblatt DWA-M 181 (2011), notwendig. Besonderer Wert ist zusätzlich auf die Dokumentation der Metadaten der einzelnen Messstellen sowie des Bauwerks zu legen (blauer Teilabschnitt im Schaubild, beschrieben in Teil 2 der Handlungsempfehlung).

Um die erhobenen Messreihen und Metadaten strukturiert visualisieren, aufbereiten, auswerten und für weitergehende Aufgaben bereitstellen zu können, sollte, parallel zur Einrichtung der Messtechnik vor Ort, ein durchgängiges Messdatenmanagementsystem (MDMS) eingerichtet werden, welches nach Merkblatt DWA-M 151 (2014) wie folgt definiert wird:

Ein Messdatenmanagementsystem ist ein „System zur kontinuierlichen und dauerhaften Speicherung, Aufbereitung, Auswertung sowie zum Austausch von Mess- und Metadaten. [...] Neben dem reinen Verwalten zeitbezogener Mess- und Metadaten stehen Werkzeuge zur Strukturierung und Verwaltung des Messnetzes, Fachverfahren zur Datenprüfung und Auswertung sowie zur Erzeugung benötigter Produkte wie Grafiken und Berichte zur Verfügung. Zudem sollten Schnittstellen zum Datenimport und -export und offene Datenschnittstellen zur bedarfsgerechten Erweiterung und Einbindung in die Systemumgebung des Anwenders vorhanden sein. Neben der Prozessbeschreibung umfasst das MDMS eine oder verschiedene Softwareanwendungen.“ (DWA-M 151, 2014)

Art und Umfang der Softwareunterstützung richten sich dabei insbesondere nach der Anzahl der Anlagen und der erforderlichen Messtechnik. Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Abläufe zur Datenprüfung und Auswertung sollten effizient unterstützt und nachvollziehbar dokumentiert werden. Eine dauerhafte Datenspeicherung und ein dauerhafter Datenzugriff müssen sichergestellt sein. Von großer Bedeutung ist, dass der Gesamtprozess zum Messdatenmanagement beschrieben wird, um z. B. bei Personalwechseln eine kontinuierliche Datenauswertung sicherzustellen.

Neben kommerziellen Softwareprodukten kommen in der Praxis auch individuelle Lösungen, wie beispielsweise auf Basis einfacher Tabellenkalkulationsprogramme, zum Einsatz, die jedoch ebenfalls den o. g. Kriterien unter Berücksichtigung des DWA-M 151 (2014) entsprechen müssen (grüner Teilabschnitt im Schaubild, beschrieben in Teil 3.2 der Handlungsempfehlung).

Um eine belastbare Qualität sicherzustellen, ist eine zeitnahe Prüfung und Korrektur der auflaufenden Daten von besonderer Bedeutung. Die am Bauwerk kontinuierlich gemessenen Daten können entweder über das Prozessleitsystem (PLS) oder unmittelbar von den installierten Messgeräten an das Messdatenmanagementsystem übergeben werden. Hier müssen die Messreihen anschließend regelmäßig und nach standardisierten Vorgaben visualisiert, plausibilisiert und korrigiert werden. Auf Basis des geprüften Datensatzes können abschließend aussagekräftige Berichte gemäß den Vorgaben der SÜWVO Abw erstellt werden (roter Teilabschnitt im Schaubild, beschrieben in Teil 3.2).

7 Berichtswesen gemäß Selbstüberwachungsverordnung

Die geforderten **Berichtsdaten**, die in Abbildung 2 dieser Handlungsempfehlung zusammengefasst und in Kapitel 5 konkret erläutert werden, sind zum Abschluss eines jeden Berichtsjahres tabellarisch zusammengefasst an die Aufsichtsbehörden zu übermitteln. Einen Ausschnitt aus dem tabellarischen Auswertungsbogen zeigt Abbildung 12. Ein beispielhaft ausgefüllter Auswertungsbogen ist zusätzlich im Anhang A5 zu finden.

		Netzbetreiber: X-Stadt				Berichtsjahr: XXX								
		Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle												
Regenüberlaufbecken (RÜB), Stauraumkanäle (SK), Regenrückhalteanlagen (RRA), Regenklärbecken (RKB), Regenversickerungsbecken (RVB), Retentionsbodenfilter (RBF)		Einstau Becken			Entlastung Klärüberlauf				Entlastung Beckenüberlauf				Weiterleitung zur Kläranlage	
Typ	Bezeichnung	Anzahl n/a	Dauer h/a	Ausfalltage n/a	Anzahl n/a	Dauer h/a	Volumen m ³ /a	Ausfalltage n/a	Anzahl n/a	Dauer h/a	Volumen m ³ /a	Ausfalltage n/a	Drosselabfluss m ³ /a	Ausfalltage n/a

Abbildung 12: Vorlage des Auswertungsbogens nach SÜwVO Abw, ausgehändigt von der zuständigen Aufsichtsbehörde

Die folgenden Anforderungen werden an eine vollständige Abgabe der Datenauswertung im Rahmen der SÜwVO Abw gestellt:

- Die Einheiten der verschiedenen Angaben sind zu beachten.
- Fangbecken oder Stauraumkanäle weisen lediglich eine Entlastungsschwelle auf (Beckenüberlauf). Ein Klärüberlauf ist nicht vorhanden und ist daher in der Auswertung zu vernachlässigen. Die zur Verfügung stehenden Zellen werden nicht ausgefüllt.
- Die durch die zuständigen Aufsichtsbehörden festgelegte Frist für die Abgabe der Auswertungstabellen ist einzuhalten.
- Die abgegebene Tabelle muss von der Aufsichtsbehörde mit einem Tabellenkalkulationstool geöffnet werden können. Die Tabellen sollten daher in den Formaten .csv oder .xlsx bereitgestellt werden.
- Es wird empfohlen, die ausgewerteten Berichtsdaten zusätzlich im .pdf-Format zu versenden, da die Zellenformatierung durch das Öffnen der Dateien mit unterschiedlichen Softwareversionen verloren gehen kann.
- Eine Häufigkeitsverteilung der Wasserstände oder eine Ganglinie, in der der definierte Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, des Bauwerks deutlich gekennzeichnet ist, ist bereitzuhalten und kann beispielsweise für eine Plausibilisierung durch die Aufsichtsbehörde eingefordert werden.
- Die im Bericht für die Auswertung verwendeten Zeitreihen sind ebenfalls bereitzuhalten, um gegebenenfalls die Datenqualität und -abdeckung im Berichtszeitraum auf Anfrage darstellen zu können.

Weitergehende Empfehlungen:

- Die Jahresniederschlagssumme, die im Einzugsgebiet des Bauwerks gefallen ist, sollte zusätzlich in der Tabelle aufgeführt werden (Kapitel 5.2.6).
- Das Qualitätskriterium „Datenverfügbarkeit“ sollte in die Tabelle aufgenommen werden (Kapitel 5.2.1).
- Die Tabelle sollte um eine weitere Spalte erweitert werden, in der die ELKA-Nummer (Einleiterkataster) der einzelnen Bauwerke ergänzt wird.

Die Ergänzung der ELKA-Nummer soll in Zukunft eine Verschneidung der nach SÜWVO Abw ausgewerteten Jahresberichte mit der Landesdatenbank ELWAS (elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW) ermöglichen. Es wird empfohlen, dass die zuständige Aufsichtsbehörde, den jeweiligen Betreibern eine individuelle Tabelle zur Verfügung stellt, die bereits mit den Kenndaten der zu überwachenden Bauwerke vorausgefüllt ist. Hierzu könnten neben der Bauwerksnummer auch weitere in ELKA hinterlegte bedeutende Bauwerkskenndaten verwendet werden. Die Betreiber können anschließend die zu den einzelnen Bauwerken zugehörigen Berichtsdaten in die Tabelle einpflegen und an die Aufsichtsbehörden zurücksenden.

Es besteht ferner die Möglichkeit, dass den Aufsichtsbehörden in der tabellarischen Zusammenfassung zusätzlich ein Ampelsystem zur Verfügung gestellt wird, welches durch eine farbliche Hinterlegung der Zelle „Volumen“ die Qualität der ermittelten Entlastungsvolumina gemäß Tabelle 10 beschreibt.

Tabelle 10: Einschätzung zur Qualität der ermittelten Entlastungsvolumina

Farbliche Hinterlegung	Einschätzung zur Qualität	Hydraulische Randbedingungen zur Volumenbestimmung als Qualitätskriterium
grün	gut	erfüllt / messtechnisch zuverlässig ermittelt
gelb	ausreichend	bedingt erfüllt
rot	geschätzt	schwierig / komplex / nicht zuverlässig erfüllt

Unter den hydraulischen Randbedingungen sind die Aspekte Schwellenanströmung, die Belüftung des Überfalls sowie die Rückstausituation an der Schwelle zusammengefasst, die sowohl im Merkblatt DWA-M 181 (2011), im Arbeitsblatt DWA-A 111 (2010) und auch im Teil 2 der Handlungsempfehlung näher erläutert werden. Die Beurteilung der Datenqualität erfordert entsprechende hydraulische Fachkenntnisse.

8 Konsequenzen der Messdatenauswertung

Von vielen Betreibern wird die Erhebung und Auswertung von Messdaten an Bauwerken immer noch als eine Last empfunden. Die erhobenen Daten werden oftmals lediglich für eine rudimentäre Datenauswertung zur Erfüllung der Selbstüberwachungsverordnung verwendet. Jedoch beinhalten die erhobenen Messdaten zusätzliche nützliche Informationen zum Betriebsverhalten einzelner Regenbecken:

Eine arbeitstägliche Sichtung der Daten beispielsweise über ein Prozessleit- oder Messdatenmanagementsystem liefert **kurzfristige** Informationen und Anpassungsmöglichkeiten:

- Unmittelbares Erkennen und Beheben von auffälligem Betriebsverhalten, zum Beispiel eine Verlegung des Drosselorgans
- Flexible Anpassung der Betriebssteuerung, zum Beispiel Schaltpunkt der Entleerungspumpen
- Kurzfristige Behebung von Messgerätedefekten

Mittel- bis langfristige Informationen liefern die Visualisierung und Auswertung von Daten, die über mehrere Jahre kontinuierlich aufgezeichnet wurden, mit Hilfe eines Messdatenmanagementsystems:

- Überprüfung, ob die vorgesehene Funktion eines Bauwerks im Hinblick auf den Gewässerschutz erfüllt wird
- Grundlage für die Maßnahmenplanung zur Umsetzung der EU-WRRL für eine ganzheitliche Verbesserung der Gewässerqualität (EU-WRRL, 2000)
- Vergleiche von Simulationsergebnissen eines Modells und der Realität ermöglichen Modellkalibrierungen
- Netzoptimierung, Effizienzsteigerung durch bedarfsorientierten Betrieb

Ferner können die einzelnen Bauwerke auf Basis der Berichtsdaten innerhalb eines Gesamtsystems untereinander verglichen werden. Um diese Daten effizient verarbeiten zu können, hat der DWA-Landesverband aus Baden-Württemberg ein nützliches Tabellenkalkulations-Tool entwickelt, welches zur ersten Einschätzung und Visualisierung der Bauwerke im Gesamtsystem frei verwendet werden kann:

„Der erste Schritt zur Erkennung von Defiziten im System ist die Messung von Einstau- und Entlastungsverhalten sowie die Identifikation von Belastungsschwerpunkten. Das DWA-Daten-Tool dient der strangweisen Darstellung und einfachen, übersichtlichen Bewertung der Einstau- und Entlastungshäufigkeiten und -dauern von Regenüberlaufbecken nach UFT-Ranking bzw. Krauth-Index. Es dient Betreibern zur ersten Einschätzung und Visualisierung ihrer Bauwerke und hilft ihnen, das Verhalten der Bauwerke im Gesamtsystem anhand der visualisierten Auswertung besser zu verstehen und zu vergleichen“ (DWA, 2017; www.rueb-bw.de/page-3/datentool).

Im Folgenden ist eine beispielhafte Auswertung, die mit dem DWA-Daten-Tool erstellt wurde, aufgeführt (Abbildung 13). Gezeigt wird eine Gegenüberstellung der Einstaudauer von 15 verschiedenen Regenüberlaufbecken innerhalb eines Zeitraumes von 5 Jahren. Die Abbildung verdeutlicht, dass das RÜB 10 im Vergleich sehr häufig einstaut, wohingegen RÜB 5 und 13 nur sehr selten einstauen. Ob diese ungleichmäßige Auslastung geplant ist (z. B. Immissionsaspekte) oder ungeplant (hoher Fremdwasseranfall, falsche Drossel, Anschluss weiterer Flächen), kann jedoch erst nach weitergehenden Auswertungen beurteilt werden.

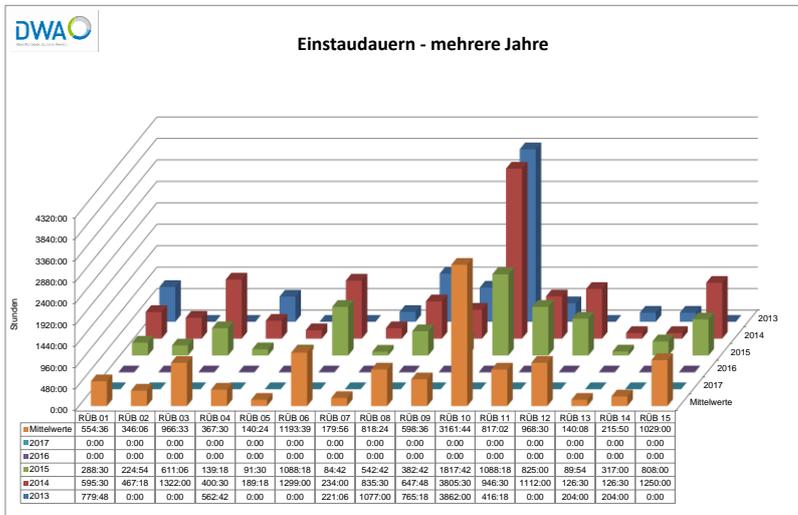


Abbildung 13: Einstaudauer 15 verschiedener Regenüberlaufbecken über 5 Jahre im Vergleich (entnommen aus dem DWA-Daten-Tool, Baden-Württemberg)

Ein einfaches und verständliches Verfahren zur Analyse der Überlaufaktivität der Regenentlastungen ist die „UFT Ranking- & Rating-Verfahren“-Summenhäufigkeitsverteilung. Die gemessene Entlastungshäufigkeit und -dauer eines Bauwerks werden den Ergebnissen eines Datenpools gegenübergestellt. Auch hierbei ist jedoch zu beachten, dass Abweichungen vom „Mittelwert“ aller Bauwerke durchaus geplant sein können, wenn z. B. Immissionsaspekte bei der Netzplanung berücksichtigt wurden (häufigere Entlastungen in einen großen Vorfluter; geringe Entlastungen in ein empfindliches Nebengewässer mit weitergehenden Anforderungen).

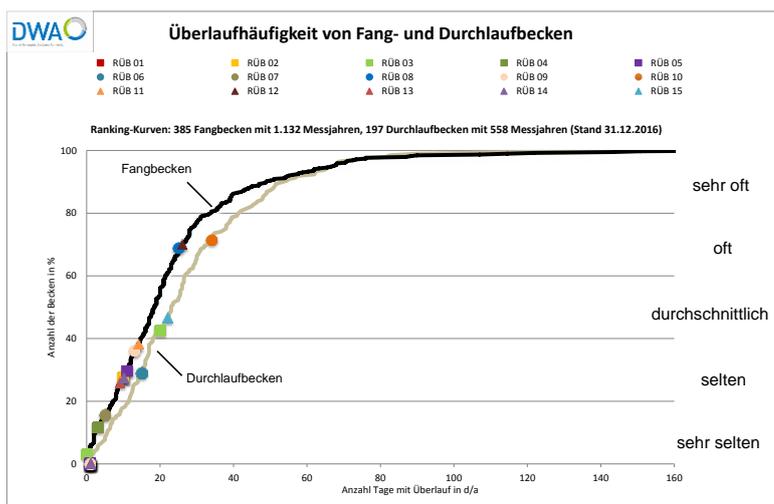


Abbildung 14: Rankingkurven nach UFT (entnommen aus dem DWA-Daten-Tool, Baden-Württemberg)

9 Ausblick

Mit der Novellierung der Selbstüberwachungsverordnung Abwasser in 2013 sind die Betreiber nicht mehr verpflichtet, nur die „wichtigen“ Regenklärbecken, Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle eines Kanalisationsnetzes mithilfe von kontinuierlich aufzeichnenden Wasserstandsmessgeräten zu überwachen, sondern dies durchgehend an allen Behandlungsbauwerken des Mischsystems und den bedeutenden Regenklärbecken durchzuführen (SüwV Kan, 1995; SüwVO Abw, 2013). Hier besteht noch immer für viele Betreiber Bedarf, ihre Bauwerke messtechnisch auszurüsten.

Eine Erstausrüstung eines Bauwerks bietet die Möglichkeit, von Beginn an ein durchgängiges Messkonzept nach aktuellem Stand der Technik zu erarbeiten und so bereits vor Ort den Grundstein für eine hohe Datenqualität zu legen. Je besser ein Messkonzept ausgearbeitet ist, desto geringer sind die Aufwendungen sowohl für Wartung und Betrieb als auch für die anschließende Auswertung und ggf. Korrektur der erhobenen Messdaten.

Für Bauwerke im Bestand gilt es, die bereits vorhandenen Messketten zu überprüfen und ein besonderes Augenmerk auf die Dokumentation der einzelnen Messstellen zu legen. Weichen die ausgemessenen, relativen Schwellenhöhen um einige wenige Zentimeter ab, bedeutet dies bereits eine deutliche Abweichung für die Auswertung der Einstau- und Entlastungsaktivität sowie insbesondere des Entlastungsvolumens. Für die Zukunft ist es daher besonders wichtig, das abwassertechnische Personal gezielt zu sensibilisieren und im Umgang mit der Messtechnik fortlaufend zu schulen.

Nur so wird auf lange Sicht der Arbeitsumfang für Installation, Betrieb und Wartung sinken, während der Nutzen der aufgezeichneten Datenreihen ansteigt. Vor allem der Aufbau einer Datenhistorie über mehrere Jahre bietet unter anderem die Möglichkeit, Defizite im Bauwerksbetrieb und Veränderungen innerhalb der Einzugsgebiete zu erkennen.

Die Dokumentationen der Berichtsdaten gemäß SüwVO Abw sollen in Zukunft in ein landesweites EDV System (vergl. ERIKA – Erhebungssystem über Internet für Kläranlagen-Abfälle) eingebunden werden und dort zentral verfügbar sein.

Ferner ermöglicht die fortschreitende Digitalisierung beispielsweise eine Fernüberwachung und datentechnische Anknüpfung abgelegener Bauwerke und einen bedarfsorientierten Betrieb der Entwässerungsnetze unabhängig von starr festgelegten Rhythmen.

Für alle Akteure ergeben sich aus der Investition von Zeit und Geld in die messtechnische Ausrüstung, Datenauswertung und Analyse der Ergebnisse breitgefächerte Nutzungspotenziale und Chancen zur Effizienzsteigerung für Betrieb und Weiterentwicklung der Regenwasserbehandlung.

Zitierte und verwendete Literatur

- ATV-DVWK-M 177 (2001). *Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- BWK (2008). M7 - Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3. Sindelfingen: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK).
- BWK (2014). M3 - Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse. Sindelfingen: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK).
- DIN 1319-1:1995-01 (1995). *Grundlagen der Meßtechnik - Teil 1: Grundbegriffe*. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH.
- DIN EN 81346-1:2010-05 (2010). *Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte - Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung - Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 81346-1:2009)*. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH.
- Dittmer, U. (2014). *Neuerungen im Regelwerk - Das DWA-A 166 und DWA-M 151 in der Diskussion*. Beitrag zum 4. Kommunalen Erfahrungsaustausch Regenwasserbehandlung in der Praxis am 5. Juni 2014 in Gelsenkirchen: Veranstalter: AGG/Gelsenkanal, WSW Energie & Wasser AG und Dr. Pecher AG.
- DWA (2010). *Themenband Klimawandel - Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft*. Erarbeitet durch die Koordinierungsgruppe Klimawandel der DWA. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA BW. (2017). *Regenbecken im Mischsystem - Messen, Bewerten und Optimieren. Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenbecken*. Stuttgart: DWA Landesverband Baden-Württemberg.
- DWA-A 100 (2006). *Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

- DWA-A 111 (2010). Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-A 166 (2013). Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-ATV-A 128 (1992). *Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-M 151 (2014). *Messdatenmanagementsysteme in Entwässerungssystemen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-M 176 (2013). Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-M 181 (2011). *Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Hennef.
- DWA-M 256-5 (2014). Prozessmesstechnik auf Kläranlagen - Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- EU-WRRL (2000). *Wasserrahmenrichtlinie*. Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union.
- Gujer, W. (1999). *Siedlungswasserwirtschaft*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hager, W. (1995). *Abwasserhydraulik - Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hoppe H., Giga A. und Kutsch S. (2012). Innovative Konzepte und Messtechniken zur Betriebsüberwachung und -optimierung von zentralen und dezentralen Regenwasserbehandlungsanlagen. DWA-Regenwassertage in Berlin, 12.-13.06.2012: Tagungunterlagen.

- Hoppe H., Kutsch S. und Kaletka J. (2014). *Entleerungsstrategien von Regenklärbecken in der Diskussion*. Beitrag zum 4. Kommunalen Erfahrungsaustausch Regenwasserbehandlung in der Praxis am 5. Juni 2014 in Gelsenkirchen: Veranstalter AGG/Gelsenkanal, WSW Energie & Wasser AG und Dr. Pecher AG.
- Hoppe H., Messmann S., Giga A. und Gruening H. (2009). Options and limits of quantitative and qualitative online-monitoring of industrial discharges into municipal sewage systems. *Water Science and Technology* 60 (4), 859–867. © IWA Publishing.
- Hoppe H., Messmann S., Giga A. und Grüning H. (2011). A real-time control strategy for separation of highly polluted storm water based on UV-Vis online measurements - From theory to operation. *Water Science & Technology* Vol 63 No 10 pp 2287-2293. © IWA Publishing.
- Hoppe H., Messmann S., Sosinka K. und Grüning H. (2010). *Verschmutzungsabhängige Kanalnetzsteuerung – Planung, Betriebserfahrungen und Kosten*. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 204, S.115-133. ISBN 978-3-8356-3208-0.
- Hoppe, H., Fricke, K. I., Kutsch, S., Massing, C., & Gruber, G. (2016). *Von Daten zu Werten – Messungen im Entwässerungssystem*. *Aqua & Gas*, 96 (10), S. 26-31. ISSN 2235-5 197.
- Koch, J. (2007). *Durchflussmessungen in Abwasseranlagen*. Fortbildungsveranstaltung des HLUg am 22.02.2007 in Wiesbaden. Tagungsunterlagen (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2012). *KISS Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung – Methoden und Konzepte (Abschlussbericht)*. Im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW. Bearbeitung: Dr. Pecher AG, TU Kaiserslautern, hydro & meteo GmbH & Co KG.
- LANUV NRW (2017). *DETEK-T - Detektion von Fehleinleitungen in Trennsystemen und Reduktion der resultierenden Gewässerbelastung*. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: (Internet: [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/foerderung-von-fe-projekten-zur-abwasserbeseitigung/geofoerderte-projekte/?tx_cart_product\[product\]=484&cHash=8ddd1df513fbb111b6dafefb4ccffb51](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/wasser/abwasser/foerderung-von-fe-projekten-zur-abwasserbeseitigung/geofoerderte-projekte/?tx_cart_product[product]=484&cHash=8ddd1df513fbb111b6dafefb4ccffb51)).
- LfW Bayern (2001). *Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken - Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb*. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.

- LUA NRW (2003). Technische Informationen zur Drosselkalibrierung - Teil 1: Hydraulische Kalibrierung von Drosseleinrichtungen und Teil 2: Praxisbezogener Überblick über Drosselanlagen und ihre technische Überprüfung. Essen: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.
- LWG NRW (2016). Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen - Landeswassergesetz - LWG.
- MKULNV (2015). *Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb*. Düsseldorf: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Mohn & Uhl (2014). *FLUKZ - Durchflussmessung im Bereich gestörter Strömungsprofile im Kanalnetz*. Münster: (Internet: https://www.fh-muenster.de/forschung-transfer/forschungskatalog/projekt.php?pr_id=769).
- MULNV (2018). *Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 18. Auflage.
- OGewV (2016). *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer - Oberflächengewässerverordnung*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit .
- Rössert, R. (1988). *Hydraulik im Wasserbau*. München: R. Oldenbourg Verlag GmbH.
- Schmidt, A. (2014). *Selbstüberwachung und Netzsteuerung in NRW – Anforderungen und Erfahrungen aus der Genehmigungspraxis*. Veranstalter AGG/Gelsenkanal, WSW Energie & Wasser AG und Dr. Pecher AG.: Beitrag zum 4. Kommunalen Erfahrungsaustausch Regenwasserbehandlung in der Praxis am 5. Juni 2014 in Gelsenkirchen.
- Schröder, R. (1980). Technische Hydraulik - Verfahren der stationären Rohr- und Gerinnehydraulik für die Bemessung von Wasserbauwerken. Darmstadt.
- SüwV Kan (1995). Selbstüberwachungsverordnung Kanal - Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem.
- SüwVO Abw (2013). Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen - Selbstüberwachungsverordnung Abwasser – SüwVO Abw vom 17. Oktober 2013.

Trennerlass NRW (2004). *Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren*. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

WHG (2009). Wasserhaushaltsgesetz - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts - WHG.

Zanke, U. (2013). *Hydraulik für den Wasserbau, 3. Auflage*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Anhang

Auswertungsbeispiele – Vorbemerkungen:

Um den Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, festlegen oder die eingemessene Höhe der Entlastungsschwelle mithilfe der Datenauswertung plausibilisieren zu können, werden unter anderem die folgenden Unterlagen und Angaben benötigt:

- Aktuelle und vor Ort überprüfte Metadaten des Bauwerks
- Planunterlagen, Lage der Messeinrichtung im Bauwerk
- Histogramme (Auswertung der Wasserstandsmessung)

Besondere Bedeutung hat dabei die korrekte Einmessung der Wasserstandssonden in Bezug auf die Schwellenhöhen und Beckensohle bzw. ein eindeutiger Bezugspunkt im Bauwerk.

A1 Näherungsweise Berechnung des Entlastungsvolumens

Anhand des folgenden Bauwerks RÜB „Volumen“ erfolgt eine beispielhafte Berechnung des Entlastungsvolumens. Das Bauwerk, die hydraulischen Randbedingungen an der Schwelle sowie die installierte Messtechnik werden mithilfe der folgenden Tabellen, Planunterlagen und Fotos beschrieben.

Tabelle 11: Beispielhafte Auflistung der Metadaten des RÜB „Volumen“

Metadaten Bauwerk			
Bauwerksname	„Volumen“		
Bauwerkskennung/-ID (intern)	213		
Bauwerkstyp	geschlossenes, betoniertes Rechteckbecken		
Anordnung und Beschickung	Durchlaufbecken im Hauptschluss		
Beckenform	zwei Kammern, jeweils mit eigener Entlastungsschwelle		
Entwässerungssystem	Mischverfahren		
Bauwerksvolumen [m ³]	726 m ³		
Dauerstaubetrieb	nein		
ELKA-Nummer ¹	k. A.		
ELKA-Bezeichnung ¹	k. A.		
Gewässer und -kennzahl ¹	k. A.		
Baujahr/Inbetriebnahme	1993		
Zugeordnete Niederschlagsstation	k. A.		
Kläranlage	k. A.		
Lage	UTM Nordwert	5760119	
	UTM Ostwert	464038	
Drosselorgan	Art der Drossel	MID-geregelter Schieber	
	Bemessungsdruckhöhe [m]	-	
	Drosselabfluss [l/s]	50 l/s	
Mindestwasserstand (Einstaubeginn) [m]	<i>wird im Folgenden definiert</i>		
Metadaten Entlastung		Klärüberlauf	Beckenüberlauf
Art der Schwelle		nicht vorhanden	Feste Betonschwelle, vertikal angeströmt, rund
Einmessung/ Parameter	Schwellenlänge [m]	-	12,15 m (je 6,075 m)
	Schwellenform	-	zweigeteilt, gerade
	Schwellenhöhe [m ü.NHN] ²	-	120,8 m ü. NHN
	rel. Schwellenhöhe [m] ³	-	2,8 m
	Überfallbeiwert [-]	-	0,75
Art der Tauchwand		-	selbstaufschwimmend
Metadaten Messtechnik ⁴		Sensor 1	
Sensortyp / -art		Ultraschallsonde	
Überwachungsgröße		Einstau, Entlastung	
Messeinheit		Meter [m]	
ZR-Name		Wasserstand_Becken_01	
Austauschnummer (intern) ⁵		213_H_01	
Messspanne		0 bis 4 m	
Nullpunkt/Bezugspunkt		Beckensohle	
Sondenposition		Unter der Decke, ca. 1,5 m vor dem Beckenüberlauf	

¹ Daten aus ELKA

² Absolute Höhe der Schwelle in Meter ü. NHN

³ Relative Höhe der Schwellen in Meter in Bezug zur Messeinheit

⁴ Anzahl der Sensoren individuell je Bauwerk

⁵ Verknüpfung zum Datenauswertungstool

Tabelle 11, Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen Planungsausschnitte des RÜB „Volumen“, welches als Durchlaufbecken im Hauptschluss betrieben wird.

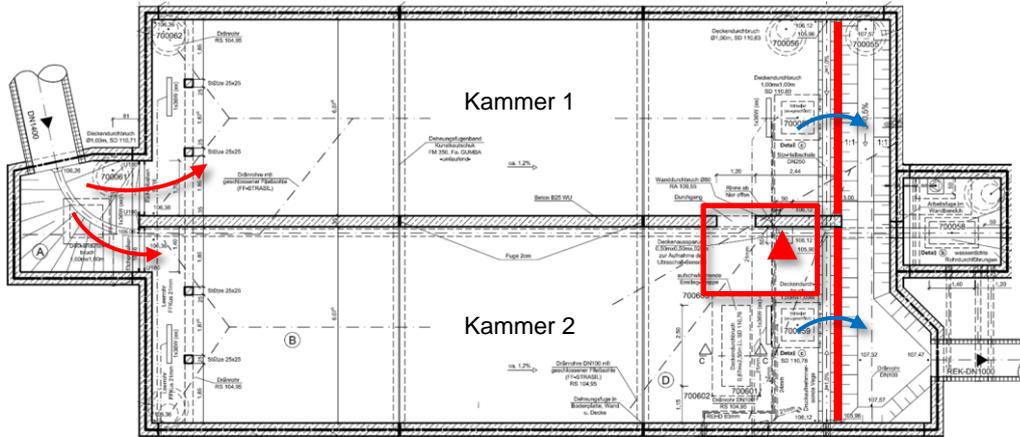


Abbildung 15: Grundriss des RÜB „Volumen“ aus Planunterlagen

Das gezeigte Bauwerk besteht aus zwei parallel beschickten Kammern (Kammer 1 und 2), die jeweils ein vertikal angeströmtes Schwellensegment von etwa sechs Metern aufweisen. Im Trockenwetterfall wird ausschließlich Kammer 2 durchflossen (Trockenwetterrinne), wohingegen bei steigenden Zuflüssen im Regenwetterfall beide Kammern parallel beschickt werden.

Die folgende Abbildung zeigt einen Schnitt des Schwellenbereiches in Kammer 2. In direkter Nähe der Schwelle ist eine berührungslose Ultraschallsonde an der Decke installiert, die sowohl das Einstau- als auch das Entlastungsverhalten des Bauwerks überwacht (rotes Dreieck in Abbildung 16).

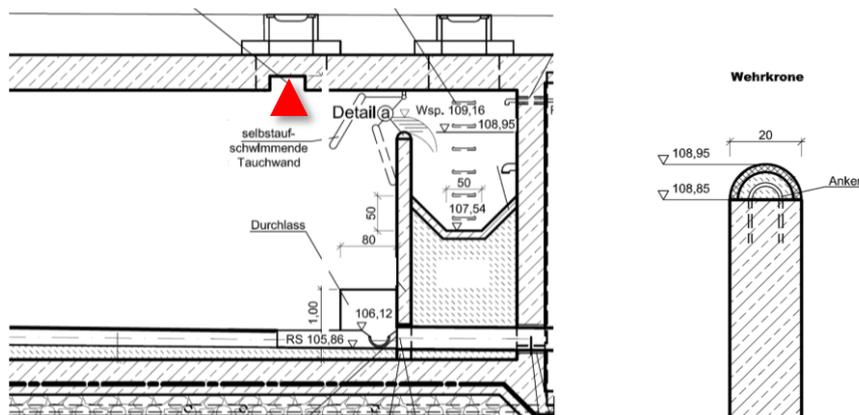


Abbildung 16: Schnitt durch die Beckenkammer des RÜB „Volumen“ im Schwellenbereich (links), Schnitt durch die Schwellenkronen (rechts) aus Planunterlagen

Die folgenden Fotos (Abbildung 17) zeigen die Messeinrichtung am Schwellenbereich (links), die Trockenwetterrinne in Kammer 2 sowie den Durchlass in der Wand

zwischen beiden Kammern (rechts). In diesem Bauwerk ist es möglich, das Betriebsverhalten mit nur einer Messeinrichtung zu überwachen, da diese am tiefsten Punkt des Bauwerks, am Einlauf zum Drosselorgan, und in unmittelbarer Nähe zur Schwelle sitzt. Aufgrund der parallelen Beschickung der Kammern und der gleichmäßigen, vertikalen Anströmung der Schwellensegmente (ruhige Wasserspiegel) wird keine zweite Messung in Kammer 1 benötigt. Dies ist bei anderen Bauwerken ggf. durch temporäre Messungen zu prüfen.



Abbildung 17: Ultraschallsonde im Schwellenbereich des RÜBs „Volumen“ (links), Trockenwetterrinne in Kammer 2 und Wanddurchlass (rechts)

Auf Basis der in Abbildung 18 gezeigten Wasserstandsganglinie im Bauwerk und der zugehörigen Häufigkeitsverteilung (Histogramm) wird die Höhe der Schwellenoberkante überprüft.

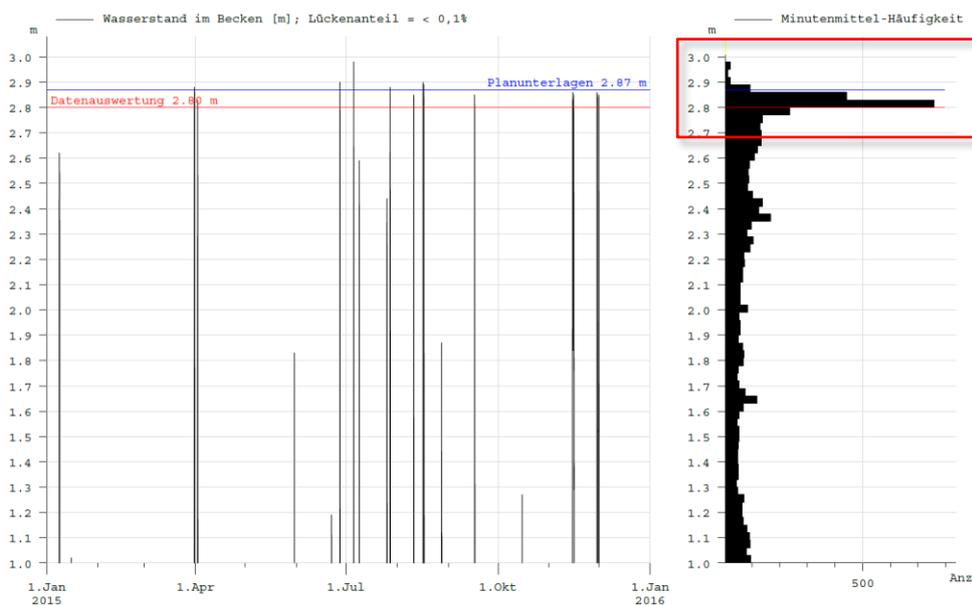


Abbildung 18: Überprüfung der Lage der Schwellenoberkante mit Hilfe einer Häufigkeitsverteilung (Histogramm, rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Volumen“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.

Die relative Höhe der Schwellenoberkante im Bezug zur Messeinrichtung ist unterhalb der Auswölbung, die sich in der Häufigkeitsverteilung (recht in Abbildung 18) ausprägt, anzuordnen. Im Vergleich zu den Angaben der Planunterlagen (2,87 m) liegt die Höhe der Schwellenoberkante laut Datenauswertung bei 2,80 m. Ein erneutes Einmessen der Schwelle vor Ort ist daher in diesem Beispiel erforderlich. Im Folgenden wird für die näherungsweise Berechnung des Entlastungsvolumens nach Poleni die Angabe 2,80 m verwendet:

$$Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot c \cdot l_{\ddot{u}} \cdot \sqrt{2g} \cdot h_{\ddot{u}}^{3/2} \quad [m^3/s]$$

Mit $Q_{\ddot{u}}$ = Entlastungsabfluss [m^3/s]
 $h_{\ddot{u}}$ = Überfallhöhe [m] variable, gemessene Größe
 μ = Überfallbeiwert [-]
 c = Betriebszustand [-]
 $l_{\ddot{u}}$ = Länge der Überfallbauwerks [m]
 g = Erdbeschleunigung [m/s^2]
 feste Größen

Lediglich die Überfallhöhe, die aus der Schwellenoberkante und der Wasserstandsganglinie im Bauwerk berechnet wird, stellt in dieser Formel eine variable Größe dar. Der Überfallbeiwert kann näherungsweise entsprechend der Form der Schwellenkronen (Abbildung 16) aus Abbildung 19 entnommen werden. In der Praxis weisen viele Schwellen keine optimalen Bauformen zur exakten Ermittlung des Volumens auf. Insbesondere bei hohen Schwellenbelastungen führt zudem die Anordnung der Tauchwand zu einer weiteren Unsicherheit der Abschätzung des Entlastungsvolumens (siehe auch Teil zwei der Handlungsempfehlung, Anhang A3).

Bezeichnung	breitkroniges Wehr	breitkroniges abgefasstes Wehr	scharfkantiges Wehr	scharfkantiges Wehr	rundkroniges Wehr	profiliertes Wehr
Darstellung						
Eignung für Aktivitätsmessung	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Eignung für Volumenstromabschätzung	nein	bedingt	ungeeignet bei fehlender Hinterlüftung	ungeeignet bei fehlender Hinterlüftung	bedingt	optimal
Baukonstruktion	einfach	einfach	einfach	etwas aufwendiger	etwas aufwendiger	etwas aufwendiger
Überfallbeiwert zur hydraulischen Berechnung	0,49 - 0,51	0,50 - 0,55	0,62	0,62	0,75	0,75 - 0,85
geeignet für folgende Schwellen	TB	TB, NÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	TB, BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ

Abbildung 19: Verschiedene Überfallbeiwerte für die hydraulische Berechnung des Entlastungsabflusses (Merkblatt DWA-M 176, 2013)

Für die rundkronige Schwelle des Bauwerks RÜB „Volumen“ wird ein Überfallbeiwert $\mu = 0,75$ angesetzt (Abbildung 16, Abbildung 19). Unter der Annahme, dass es sich um einen vollkommenen Überfall handelt, wird für den Betriebszustand c der Wert 1 angesetzt (vollkommener Überfall). Die Länge der Schwellen beträgt je Segment 6,075 m. Laut Planunterlagen (Abbildung 16) kann sich bei einem Regenwetterereignis eine Überfallhöhe $h_{\bar{u}}$ von bis zu 21 cm einstellen, aus der sich der folgende Entlastungsabfluss ergibt:

$$\left(\frac{2}{3} \times 0,75 \times 1 \times 6,075 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,21^{3/2}}\right) = 1,29 \quad \left[\frac{m^3}{s}\right]$$

$$Q_{\bar{u}} = 1294,78 \quad \left[\frac{l}{s}\right]$$

Unter der Annahme, dass sich an beiden Schwellensegmenten die gleiche Überfallhöhe $h_{\bar{u}}$ von 21 cm einstellt (Beckenkammern füllen sich gleichmäßig, es bildet sich eine waagerechte Wasserspiegellage an der Schwelle aus), entlastet die Schwelle pro Sekunde ein Gesamtvolumen von 2589,55 l.

Abbildung 20 zeigt ein aufgezeichnetes Entlastungsereignis am Beckenüberlauf des RÜB „Volumen“. Der Wasserstand wird mit einem Messintervall von einer Minute aufgezeichnet.

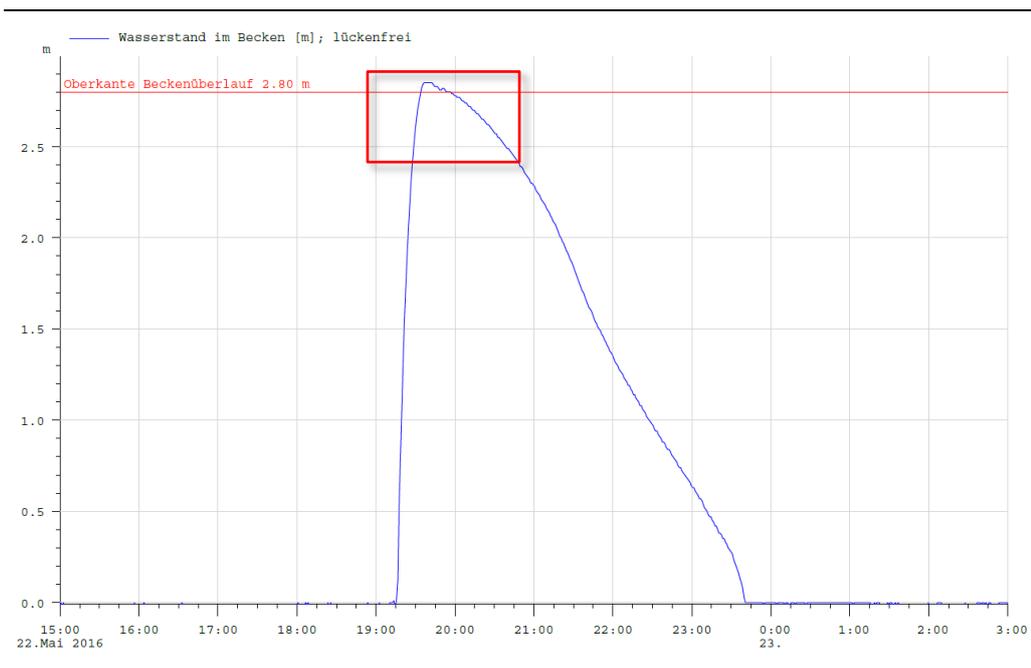


Abbildung 20: Beispielhaftes Entlastungsereignis am Beckenüberlauf des RÜB „Volumen“

Die Schwellenoberkante (2,8 m) wird von 19:34 Uhr bis 19:52 Uhr (19 Minuten) überschritten. Tabelle 12 zeigt die aufgezeichneten Wasserstände innerhalb dieses Zeitraumes, die resultierende Überfallhöhe und das berechnete Entlastungsvolumen von 105,91 m³. Über beide Schwellensegmente (12,15 m) wurde folglich ein Gesamtvolumen von 211,82 m³ innerhalb von 19 Minuten entlastet.

Tabelle 12: Beispielhafte Berechnung des Entlastungsvolumens, das während des gezeigten Entlastungsereignisses in Abbildung 20 abgeschlagen wurde

Datum und Zeit [min]	Wasserstand h [m]	Überfallhöhe $h_{\bar{u}}$ [m]	Entlastungsvolumen [m³/s]	Entlastungsvolumen [l/s]
22.05.2016 19:14	0	0	-	-
22.05.2016 19:15	0,01	0	-	-
22.05.2016 19:16	0,12	0	-	-
22.05.2016 19:17	0,53	0	-	-
22.05.2016 19:18	0,92	0	-	-
22.05.2016 19:19	1,23	0	-	-
22.05.2016 19:20	1,31	0	-	-
22.05.2016 19:21	1,54	0	-	-
22.05.2016 19:22	1,72	0	-	-
22.05.2016 19:23	1,89	0	-	-
22.05.2016 19:24	2,04	0	-	-
22.05.2016 19:25	2,17	0	-	-
22.05.2016 19:26	2,30	0	-	-
22.05.2016 19:27	2,40	0	-	-
22.05.2016 19:28	2,49	0	-	-
22.05.2016 19:29	2,57	0	-	-
22.05.2016 19:30	2,64	0	-	-
22.05.2016 19:31	2,70	0	-	-
22.05.2016 19:32	2,73	0	-	-
22.05.2016 19:33	2,76	0	-	-
22.05.2016 19:34	2,82	0,02	0,04	38,05
22.05.2016 19:35	2,84	0,04	0,11	107,64
22.05.2016 19:36	2,85	0,05	0,15	150,43
22.05.2016 19:37	2,85	0,05	0,15	150,43
22.05.2016 19:38	2,85	0,05	0,15	150,43
22.05.2016 19:39	2,86	0,06	0,20	197,74
22.05.2016 19:40	2,86	0,06	0,20	197,74
22.05.2016 19:41	2,85	0,05	0,15	150,43
22.05.2016 19:42	2,85	0,05	0,15	150,43
22.05.2016 19:43	2,84	0,04	0,11	107,64
22.05.2016 19:44	2,83	0,03	0,07	69,91
22.05.2016 19:45	2,83	0,03	0,07	69,91
22.05.2016 19:46	2,83	0,03	0,07	69,91
22.05.2016 19:47	2,82	0,02	0,04	38,05
22.05.2016 19:48	2,81	0,01	0,01	13,45
22.05.2016 19:49	2,81	0,01	0,01	13,45
22.05.2016 19:50	2,82	0,02	0,04	38,05
22.05.2016 19:51	2,82	0,02	0,04	38,05
22.05.2016 19:52	2,81	0,01	0,01	13,45
22.05.2016 19:53	2,80	0	-	-
22.05.2016 19:54	2,80	0	-	-
22.05.2016 19:55	2,80	0	-	-
22.05.2016 19:56	2,80	0	-	-
22.05.2016 19:57	2,79	0	-	-
22.05.2016 19:58	2,79	0	Summe: 105,91 m³ - 105911,57 l innerhalb einer Entlastungsdauer von 19 Minuten	
22.05.2016 19:59	2,78	0		
22.05.2016 20:00	2,78	0		

A2 Ermittlung einer Q-h-Beziehung an einer V-förmigen Überfallschwelle

Werden an die Ermittlung des Entlastungsvolumens und damit an die Festlegung der Wasserstands-Abfluss-Beziehung erhöhte Genauigkeitsanforderungen gestellt, können diese u. a. über

- Vergleichsmessungen vor Ort (wenn hydraulisch möglich)
- Laborversuche und
- CFD-Berechnungen

ermittelt werden.

In dem hier beschriebenen Beispiel ist die Q-h-Beziehung einer Entlastungsschwelle eines Stauraumkanals zu ermitteln. Die Erfassung des abgeschlagenen Volumens erfolgt bisher über eine entsprechende Wehrmessung. Im Rahmen einer im Vorfeld durchgeführten Durchflussmessung im Entlastungskanal wurde festgestellt, dass über die bisher verwendete Wehrmessung und die Standardformel (Poleni), aufgrund der geometrischen Ausbildung des Bauwerks, der Abfluss nicht ausreichend genau erfasst werden kann. Die Anströmung des zweigeteilten Messwehres wird durch die v-förmige Ausbildung des Messwehres und einen vorgelagerten, gedückerten Abschnitt beeinflusst.

In Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde ist daher anhand eines Modellversuchs im Wasserbaulabor die Wehrformel neu ermittelt worden. Um definierte hydraulische Bedingungen sicher zu stellen, wurden auch bauliche Veränderungen an der Wehrschwelle erforderlich und es wurde eine neu definierte Überlaufschwelle (Wehrkante) montiert.



Abbildung 21: Messwehr mit Dükerstrecke im Zulaufbereich (links und mittig) und Modell im Wasserbaulabor (rechts; Bilder Dr. Pecher AG / Universität Kassel).

Nach Abschluss der Arbeiten zur Ertüchtigung der Wehrmessung erfolgte eine Kontrolle der Parametrisierung und Vermessung vor Ort.

A3 Festlegung des Mindestwasserstands (Einstaubeginn) an unterschiedlichen Bauwerken

Die Definition des Mindestwasserstands in einem Bauwerk, der den Beginn eines Einstauereignisses beschreibt, ist individuell je Bauwerk unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.2.2 vorgestellten Kriterien durchzuführen.

Tabelle 13: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert

Kriterium		Relevant [ja/nein]	Wasserstand ¹⁾ [cm]
1 - Drossel	Drossel ist in Funktion		
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)		
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumen sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)		
3 - Anordnung und Bauwerkstyp	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze		
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)		
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten		
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze		
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?			

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Je nach Bauwerksgeometrie, -anordnung und -typ sind nur einige Kriterien der aus Tabelle 13 für die Definition eines plausiblen Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns festlegt, relevant.

Anhand verschiedener Bauwerke wird im Folgenden die Ermittlung des Mindestwasserstands beispielhaft durchgeführt.

A3.1 Bauwerke mit zwei Kammern

Für Bauwerke, die mehrere Kammern aufweisen, ist zu überprüfen, wie viele Messeinrichtungen zur Überwachung des Wasserstands notwendig sind. Dabei gilt es, das Strömungsverhalten innerhalb der Kammern durch die folgenden Fragestellungen einzuschätzen:

- Werden die Beckenkammern frei oder über eine Steuerung gezielt beschickt? (in der Regel Bauwerke im Nebenschluss)
- Kommunizieren die Wasserstände der einzelnen Kammern miteinander?
- Befindet sich das Bauwerk in flachen oder steilen Einzugsgebieten?
- Mit welcher Fließgeschwindigkeit wird das Bauwerk beschickt?
- Kommt es zu Verwirbelungen im Zulaufbereich?

Liegt ein Bauwerk innerhalb eines flachen Einzugsgebiets, in dem geringe Fließgeschwindigkeiten herrschen und der Wasserstand im Netz bei Regenwetter langsam steigt, so kann von einer gleichmäßigen Füllung kommunizierender Beckenkammern ausgegangen werden. Hier kann eine Messeinrichtung zur Überwachung des Einstaus ausreichend sein.

Liegt ein Bauwerk hingegen in einem steilen Netz, in dem es zu schießenden Abflüssen und Verwirbelungen kommt, so können die Turbulenzen innerhalb eines Bauwerks zu sehr unterschiedlichen Wasserständen führen. In diesen Bauwerken ist der Einbau einer zweiten Messung zu empfehlen, um die Betriebszustände erfassen zu können. Jedoch müssen die Messgeräte aufeinander beziehungsweise auf einen Bezugspunkt innerhalb des Bauwerks genau eingemessen werden (Vergleichbarkeit der Daten). Dies birgt oftmals Fehlerquellen.

Werden Beckenkammern eines Bauwerks gesteuert beschickt und entleert, so sind der Beginn und das Ende eines Einstauereignisses in der Regel anhand von Wasserstandsganglinien unterschiedlicher Beckenkammern zu definieren. In der Bauwerkskammer, die bei einem Regenwetterereignis als erstes beschickt wird, ist der Einstaubeginn festzulegen. In der Bauwerkskammer, die als letztes entleert wird, ist das Einstauende zu definieren.

Parallel beschickte Beckenkammern

Für das RÜB „Volumen“, welches bereits im Anhang A1 vorgestellt worden ist, wird im Folgenden der Mindestwasserstand, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, bestimmt. Es handelt sich um ein Bauwerk mit zwei parallel beschickten Kammern, deren Wasserstände miteinander kommunizieren. Ferner weisen weder der Zulaufbereich noch der vorgeschaltete Kanal ein großes Gefälle auf, sodass ein langsam steigender Wasserspiegel im Regenwetterfall zu erwarten war und durch die Messungen bestätigt wurde. Eine Messeinrichtung innerhalb des Bauwerks ist in diesem Fall ausreichend. Um einen plausiblen Mindestwasserstand definieren zu können, werden die folgenden Kriterien aus Tabelle 13 betrachtet:

Kriterium 1 - Die Drossel ist in Funktion:

Der Abfluss des Bauwerks RÜB „Volumen“ wird durch einen MID-geregelten Schieber gedrosselt. Eine Gegenüberstellung der erfassten Ganglinien zeigt, dass bereits ab einem Wasserstand von etwa 15 cm der Abfluss zuverlässig gedrosselt wird.

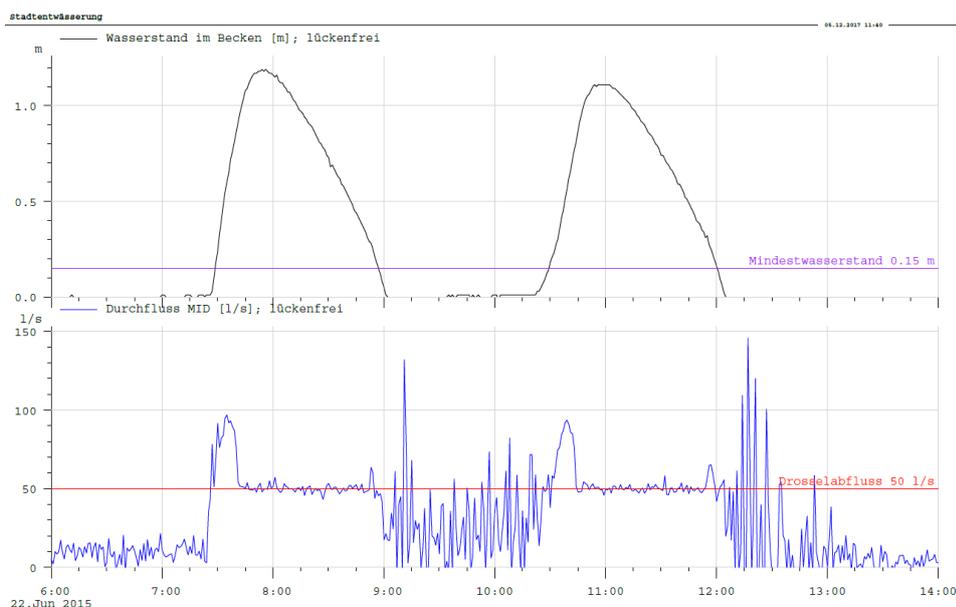


Abbildung 22: Wasserstandganglinie des RÜB „Volumen“ im Vergleich zur Drosselfunktion

Kriterium 2 - Geometrie der Beckenkammer:

Das Bauwerk weist ein Gefälle von 1,2 ‰ in den Beckenkammern auf. Dies entspricht einer Differenz von 20 cm zwischen Zulauf und Ablauf des Bauwerks (siehe auch Abbildung 15 und Abbildung 16). Misst die Ultraschallsonde, die am tiefsten Punkt des Bauwerks sitzt, einen Wasserstand von über 20 cm, so ist der gesamte Beckenboden geflutet.

Kriterium 3 - Bauwerksanordnung:

Auf Basis der im Bauwerk aufgezeichneten Wasserstandsganglinie und der zugehörigen Häufigkeitsverteilung können die üblichen Wasserstände des Tagesgangs im Trockenwetterfall innerhalb des Beckens ermittelt werden (Abbildung 18). Hier liegen diese in der Regel unterhalb von 10 cm.

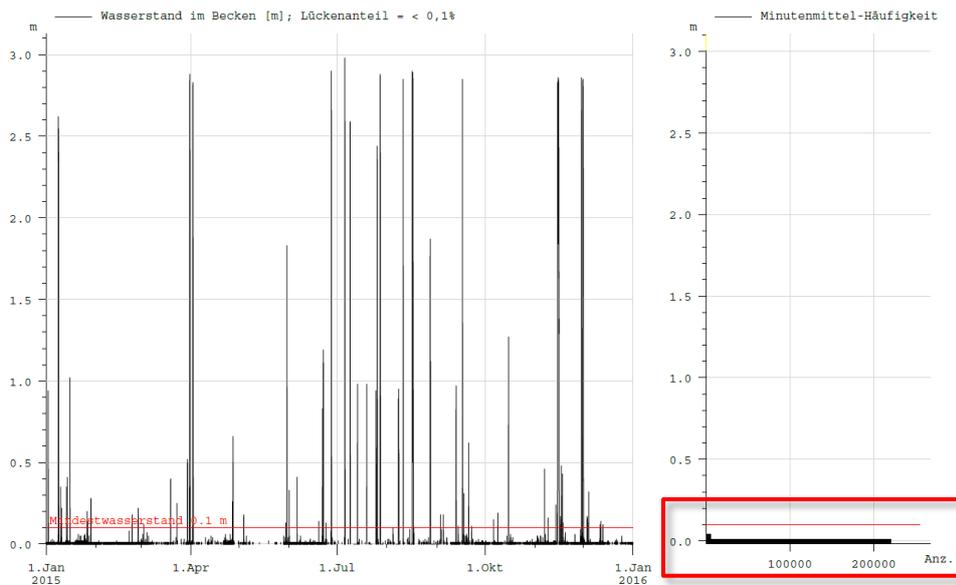


Abbildung 23: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Volumen“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.

Für die unter Berücksichtigung der jeweiligen Kriterien definierten Mindestwasserstände (siehe zusammenfassend Tabelle 15) führt Tabelle 14 die jeweils resultierende Einstauhäufigkeit sowie Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf.

Tabelle 14: Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der Mindestwasserstände im RÜB „Volumen“

Mindestwasserstand bei Einstaubeginn	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]
10 cm	69	219:24
15 cm	61	194:18
20 cm	53	178:27

Tabelle 14 zeigt, dass das Einstauverhalten durch die Variation des Mindestwasserstands nicht eindeutig (kein sprunghafter Anstieg) beeinflusst wird.

Tabelle 15: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Volumen“

Kriterium		Relevant [ja/nein]	Wasser- stand ¹⁾ [cm]
1 - Drossel	Drossel ist in Funktion	ja	15 cm
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	ja	20 cm
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumens sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
3 - Anordnung und Bauwerkstyp	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze	ja	10 cm
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um wenige Zentimeter überschritten	nein	-
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze	nein	-
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?		15 cm	

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Die Drossel des Bauwerks nimmt die Funktion erst ab einem Mindestwasserstand von 15 cm auf, sodass ab diesem Wasserstand das Retentionsvolumen des Bauwerks aktiviert wird. Der Mindestwasserstand von 15 cm definiert somit den Zeitpunkt, an dem der Beckeneinstau des RÜB „Volumen“ beginnt.

Nacheinander beschickte Beckenkammern

Das RÜB „Zwei Kammern“ besteht aus zwei Beckenkammern, die nacheinander beschickt werden. Ferner handelt es sich um ein Durchlaufbecken im Nebenschluss, sodass das Bauwerk nicht dauerhaft durchfließen, sondern durch ein Trennbauwerk beaufschlagt wird.

Das Trennbauwerk weist lediglich eine Schwellenhöhe von wenigen Zentimetern auf, sodass kein anrechenbares Stauvolumen im Kanal im Regenwetterfall durch Einstau aktiviert werden kann (siehe Kriterien aus Abbildung 13). Der Beckeneinstau in diesem Bauwerk wird daher nicht im Trennbauwerk, sondern über den Wasserstand innerhalb der Beckenkammern bestimmt. Aus einem Vergleich der erhobenen Messreihen ergibt sich, dass Kammer 1 des Bauwerks vor Kammer 2 beaufschlagt wird, sodass diese Messung für die Festlegung des Mindestwasserstands maßgeblich ist.

Abbildung 24 zeigt den Grundriss des Bauwerks in denen auch die Lage der Messeinrichtungen, hier zwei Drucksonden (Punkte), ersichtlich wird.

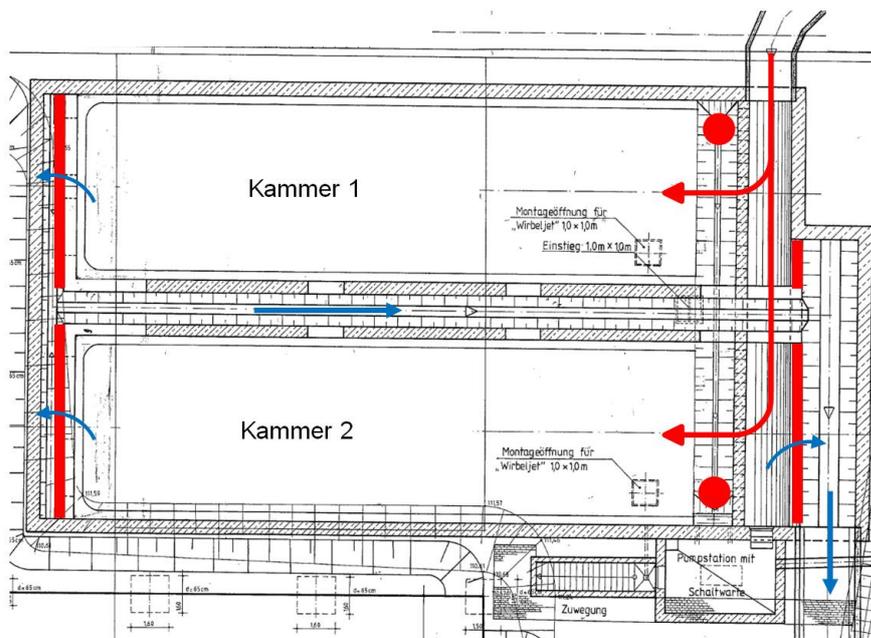


Abbildung 24: Grundriss des RÜB „Zwei Kammern“ aus Planunterlagen

Die hydraulischen Randbedingungen innerhalb des Bauwerks RÜB „Zwei Kammern“ sind komplex, da der Zulaufkanal des Bauwerks mehrfach abnickt. Zusätzlich führt ein großes Gefälle zwischen Trennbauwerk und Beckenkammer zu Turbulenzen. Demnach sind in diesem Bauwerk zwei Drucksonden im Pumpensumpf installiert, der sich über beide Beckenkammern erstreckt. Die Drucksonde in Kammer 2 wird zusätzlich für die Pumpensteuerung benötigt. Abbildung 25 zeigt den Schnitt durch Kammer 2 des Bauwerks.

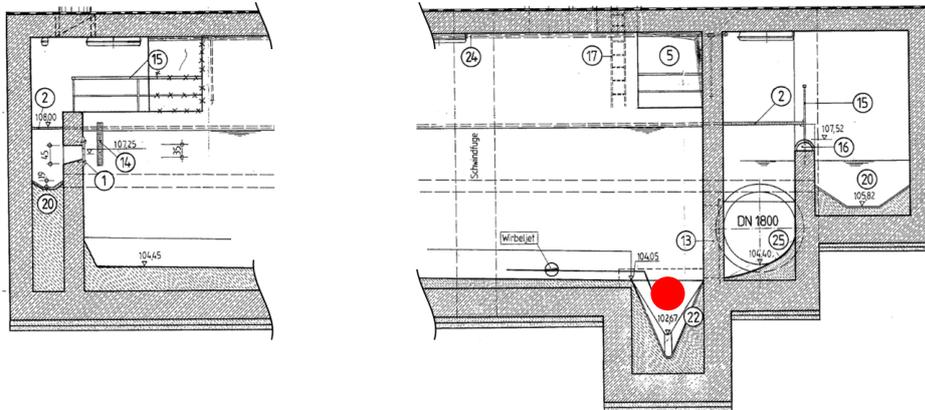


Abbildung 25: Schnitt durch die Beckenkammer 2 des RÜB „Zwei Kammern“ aus Planunterlagen

Abbildung 26 zeigt zusätzlich den Pumpensumpf, in dem die Drucksonden installiert sind sowie den Zulaufbereich der Beckenkammern.



Abbildung 26: Zulaufbereich Kammer 1 (links) und 2 (rechts) mit Pumpensumpf des RÜB „Zwei Kammern“

Um einen plausiblen Mindestwasserstand definieren zu können, werden die folgenden Kriterien aus Tabelle 13 betrachtet:

Kriterium 1 - Die Drossel ist in Funktion:

Für das Bauwerk RÜB „Zwei Kammern“ ist die Funktion der Drossel zu vernachlässigen, da der Einstaubeginn nicht im Trennbauwerk, sondern über den Wasserstand innerhalb der Beckenkammern definiert wird. Die Beschickung der Beckenkammern setzt den Betrieb der Drossel voraus.

Kriterium 2 - Geometrie der Beckenkammer:

Dieses Kriterium ist für Bauwerke im Nebenschluss nicht relevant, da das Bauwerksvolumen durch die Beschickung der Beckenkammern aktiviert wird.

Kriterium 3 - Bauwerksanordnung:

In Abbildung 27 ist die Wasserstandsganglinie der Kammer 1 dargestellt. Die zugehörige Häufigkeitsverteilung zeigt, dass der Wasserstand in der Regel unterhalb der Oberkante des Pumpensumpfes verbleibt (40 cm im Bezug zum Nullpunkt der Drucksonde).

Demnach kann, entsprechend der Kriterien in Tabelle 13, ein Mindestwasserstand von 45 cm (der tiefste Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten) für den Zeitpunkt des Einstaubeginns festgelegt werden.

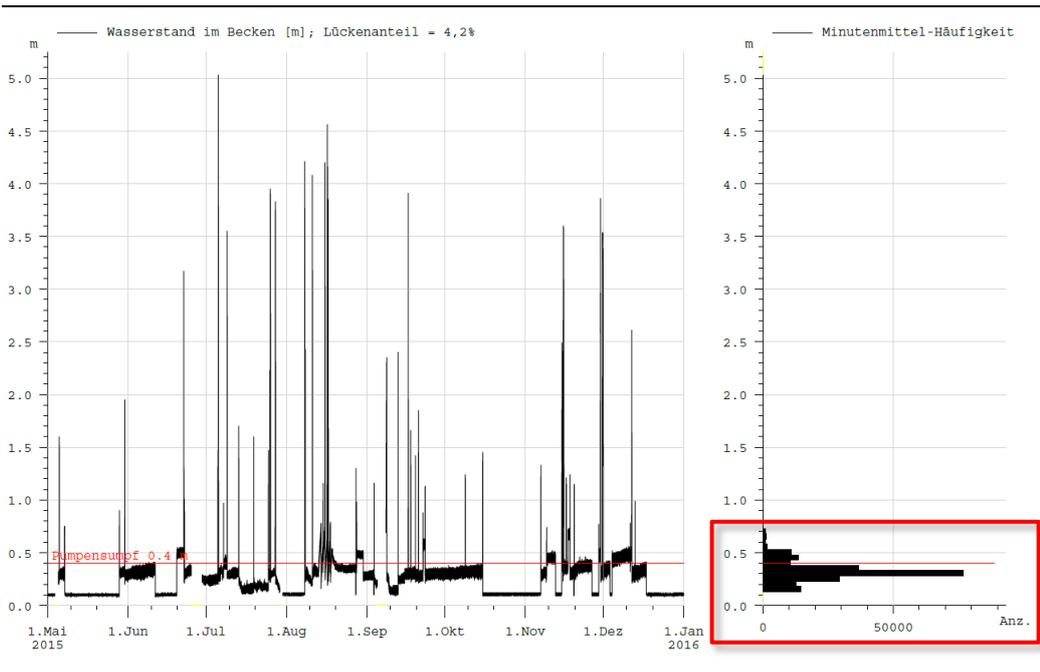


Abbildung 27: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf der innerhalb der Kammer 1 gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert (RÜB „Zwei Kammern“)

Für den unter Berücksichtigung der jeweiligen Kriterien definierten Mindestwasserstand (siehe zusammenfassend Tabelle 17) führt Tabelle 16 die jeweils resultierende Einstauhäufigkeit sowie Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf.

Tabelle 16: Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis des definierten Mindestwasserstandes im RÜB „Zwei Kammern“

Mindestwasserstand bei Einstaubeginn	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]
45 cm	148	1703:02

Tabelle 16 zeigt, dass die Auswertung der Einstaudauer auf Basis eines Mindestwasserstands von 45 cm überdurchschnittlich lange ausfällt.

Tabelle 17: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Zwei Kammern“

Kriterium		Relevant [ja/nein]	Wasser- stand ¹⁾ [cm]
1 - Drossel	Drossel ist in Funktion	nein	-
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumen sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
3 - Anordnung und Bauwerks- typ	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze	nein	-
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten	ja	45 cm
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze	nein	-
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?		45 cm	

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Der Beckeneinstau im Bauwerk RÜB „Zwei Kammern“ wird nicht im Trennbauwerk (kein anrechenbares Stauvolumen im Kanal), sondern über den Wasserstand innerhalb der Beckenkammern bestimmt. Sobald die Beckenkammern des Bauwerks beschickt werden, kann dies als eine Aktivierung des Retentionsvolumens betrachtet werden. Somit wird der Mindestwasserstand 5 cm (45 cm in Bezug zur Messeinrichtung) oberhalb des tiefsten Punktes der Beckensohle gesetzt.

Unter Verwendung dieses Mindestwasserstands entsteht eine überdurchschnittlich lange Einstaudauer, die auf die langen Phasen, in denen der Wasserstand zwischen 40 und 80 cm dauerhaft verbleibt, hinweist (Abbildung 27). Die Ursachen für diesen „Teileinstau“ (z. B. April) gilt es zu analysieren (Drift in der Sonde, Fremdwasserzufluss).

Um einen plausiblen Mindestwasserstand definieren zu können, werden die folgenden Kriterien aus Tabelle 13 betrachtet:

Kriterium 1 - Die Drossel ist in Funktion:

Entsprechend der Angaben des Drosselherstellers nimmt die im SK „Streichwehr“ verbaute Drossel (Schwimmer-/Schieberdrossel) bei Rohrvollfüllung (DN 200), also bei einem Wasserstand von 20 cm, ihre Funktion auf.

Kriterium 2 - Geometrie der Beckenkammer:

Ab einem Wasserstand von 30 cm innerhalb der Trockenwetterrinne wird das Volumen der seitlich abgehenden Stauraumkanäle aktiviert (Abbildung 29). Abbildung 30 zeigt zusätzlich Fotos des Schwellenbereichs und der Messeinrichtung.



Abbildung 30: Trockenwetterrinne am Zulauf zum Drosselorgan (links), Schwellenbereich mit Ultraschallsonde des SK „Streichwehr“ (rechts)

Kriterium 3 - Bauwerksanordnung:

Die Ultraschallsonde ist oberhalb des Auslaufs der Trockenwetterrinne aus dem Bauwerk zum Drosselorgan hin installiert und erfasst so auch den Trockenwettergang. Abbildung 31 zeigt die Wasserstandsganglinie, die mit Hilfe der Ultraschallsonde erfasst wurde und die resultierende Häufigkeitsverteilung. Der Trockenwetterabfluss verbleibt dauerhaft unterhalb eines Wasserstandes von 15 cm.

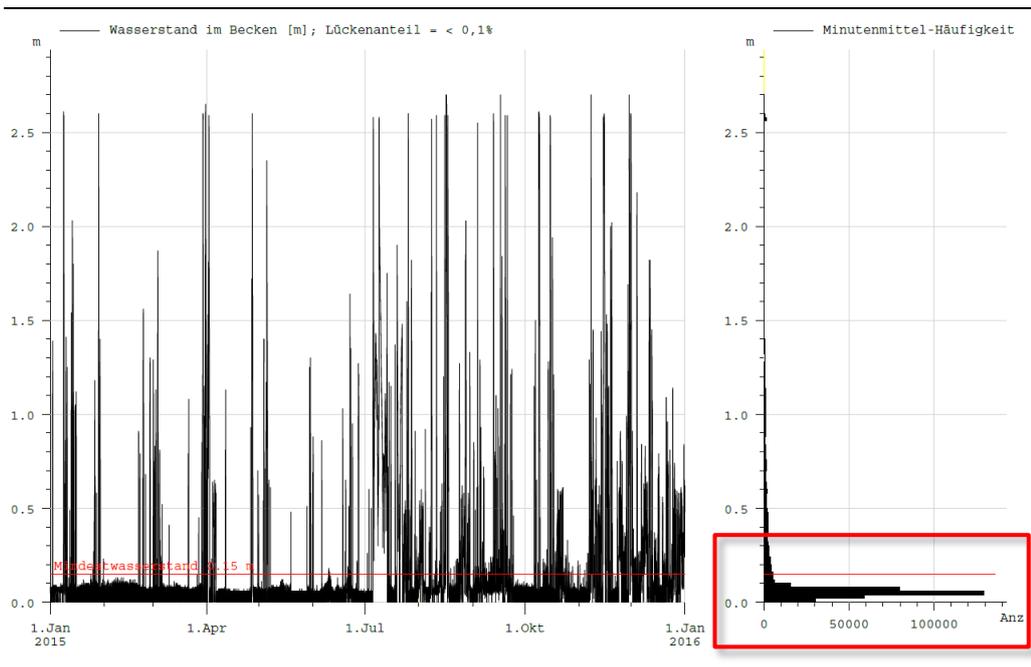


Abbildung 31: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk SK „Streichwehr“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert

Für die unter Berücksichtigung der jeweiligen Kriterien definierten Mindestwasserstände (siehe zusammenfassend Tabelle 19) führt Tabelle 18 die jeweils resultierende Einstauhäufigkeit sowie Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf.

Tabelle 18: Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der definierten Mindestwasserstände im SK „Streichwehr“

Mindestwasserstand bei Einstaubeginn	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]
15 cm	219	1958:53
20 cm	210	1770:55
30 cm	187	1491:16

Das ausgewertete Einstauverhalten des SK „Streichwehr“ weist, unabhängig von dem angesetzten Mindestwasserstand, auf einen gestörten Bauwerksbetrieb, beispielweise durch Fremdwasserzufluss, hin (siehe Abbildung 31). Sowohl Einstauhäufigkeit als auch -dauer sind überdurchschnittlich hoch. Die Auswertung liefert somit keinen eindeutigen Hinweis auf die richtige Höhe des Mindestwasserstandes.

Tabelle 19: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für den SK „Streichwehr“

Kriterium		Relevant [ja/nein]	Wasser- stand ¹⁾ [cm]
1 - Drossel	Drossel ist in Funktion	ja	20 cm
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumen sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	ja	30 cm
3 - Anordnung und Bauwerkstyp	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze	ja	15 cm
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten	nein	-
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze	nein	-
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?		30 cm	

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Die Drossel des Bauwerks nimmt die Funktion ab einem Wasserstand von 20 cm auf und führt zu einer Aktivierung des Beckenvolumens. Daher wird dieser als Mindestwasserstand für das SK „Streichwehr“ gewählt.

A3.3 Bauwerk im Nebenschluss

Das RÜB „Nebenschluss“ ist ein Durchlaufbecken, welches im Nebenschluss betrieben wird und über ein Trennbauwerk beschickt wird. Der Einstau des Trennbauwerks sowie die Beschickung der Beckenkammer werden mit Hilfe einer Ultraschallsonde überwacht. Im Gegensatz zum RÜB „Zwei Kammern“ beginnt in diesem Beispiel der Einstau bereits innerhalb des Trennbauwerks, da hier eine Schwelle von 90 cm Zentimetern verbaut ist und der zulaufende Kanal ein anrechenbares Speichervolumen aufweist.

Abbildung 32 und Abbildung 33 zeigen den Grundriss des Bauwerks sowie einen Schnitt im Bereich der Schwelle. In diesen Planunterlagen wird auch die Lage der Ultraschallsonde (Dreieck) ersichtlich.

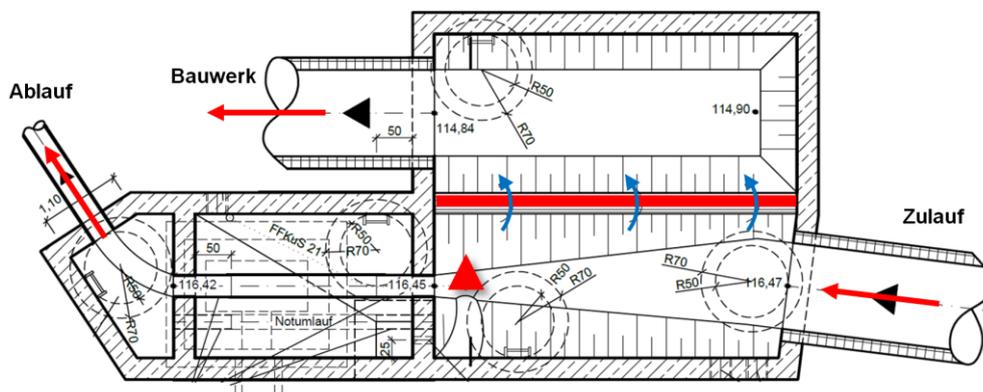


Abbildung 32: Grundriss des RÜB „Nebenschluss“ aus Planunterlagen

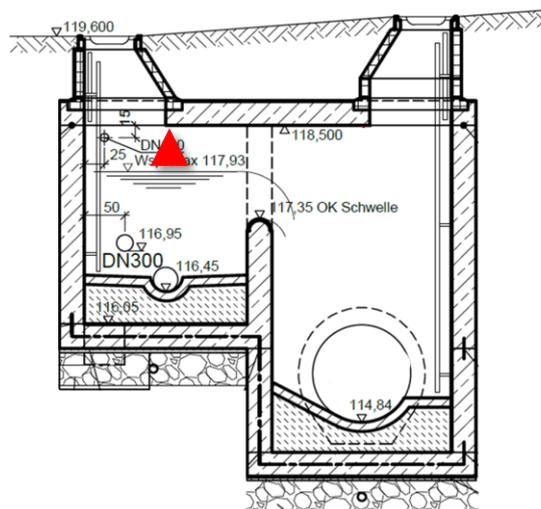


Abbildung 33: Schnitt durch die Beckenkammer des RÜB „Nebenschluss“ im Schwellenbereich und Schnitt durch die Schwellenkronen aus Planunterlagen

Die folgenden Fotos (Abbildung 34) zeigen die Schwelle des Trennbauwerks, die mit einer Lamellentauchwand ausgerüstet ist (links). Die Ultraschallsonde ist oberhalb des Auslaufs der Trockenwetterrinne zum Drosselorgan installiert und erfasst so sowohl den Trockenwettergang als auch die Beschickung des Bauwerks.



Abbildung 34: Zulauf ins Trennbauwerk mit Blick auf die Schwelle mit Lamellentauchwand (links), Ablauf zur MID-Strecke aus dem Trennbauwerk mit Ultraschallsonde des RÜB „Nebenschluss“ (rechts)

In der Beckenkammer des Bauwerks ist eine weitere Messeinrichtung installiert, die den Wasserstand dort vollständig überwacht. Abbildung 35 zeigt sowohl die Wasserstandsganglinie des Trennbauwerks als auch vergleichend die Wasserstände innerhalb der Beckenkammer.

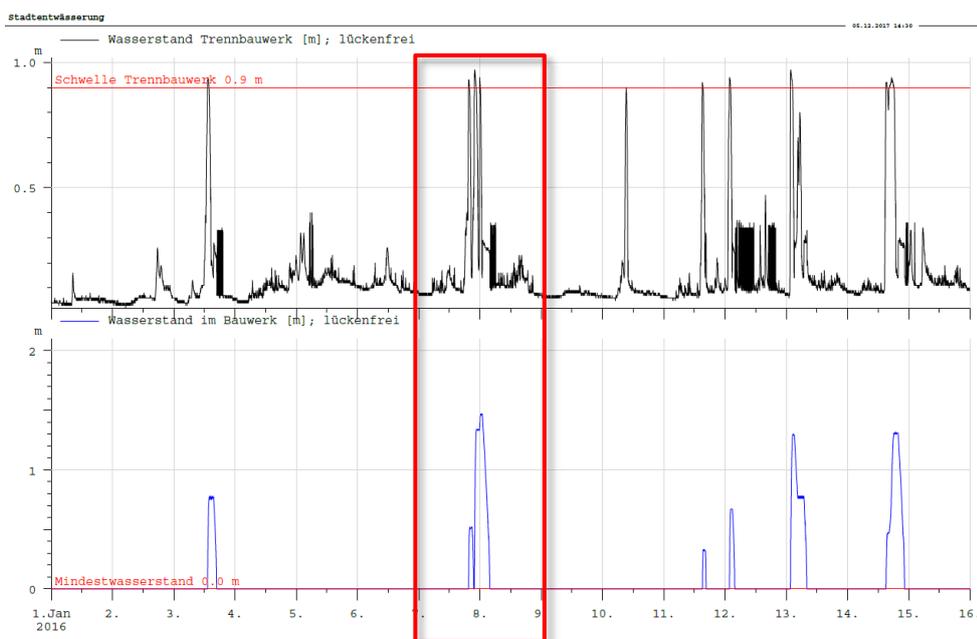


Abbildung 35: Vergleich der Wasserstände innerhalb des Trennbauwerks und der Beckenkammer RÜB „Nebenschluss“

Um einen plausiblen Mindestwasserstand definieren zu können, werden die folgenden Kriterien aus Tabelle 13 betrachtet:

Kriterium 1 - Die Drossel ist in Funktion:

Die verbaute Drossel im RÜB „Nebenschluss“ (MID-geregelter Schieber) nimmt bei Vollfüllung (DN 300), also bei einem Wasserstand von 30 cm, ihre Funktion auf.

Kriterium 2 - Geometrie der Beckenkammer

Dieses Kriterium ist für Bauwerke im Nebenschluss nicht relevant, da das Bauwerksvolumen durch die Beschickung der Beckenkammern aktiviert wird.

Kriterium 3 - Bauwerksanordnung:

Da das Bauwerk im Nebenschluss betrieben wird und sowohl das Trennbauwerk sowie der Zulaufkanal ein anrechenbares Stauvolumen aufweisen, muss der Einstaubeginn innerhalb des Trennbauwerks überwacht werden (Abbildung 36). Der Mischwasserabfluss verbleibt bei Regenwetter unterhalb eines Wasserstandes von 15 cm.

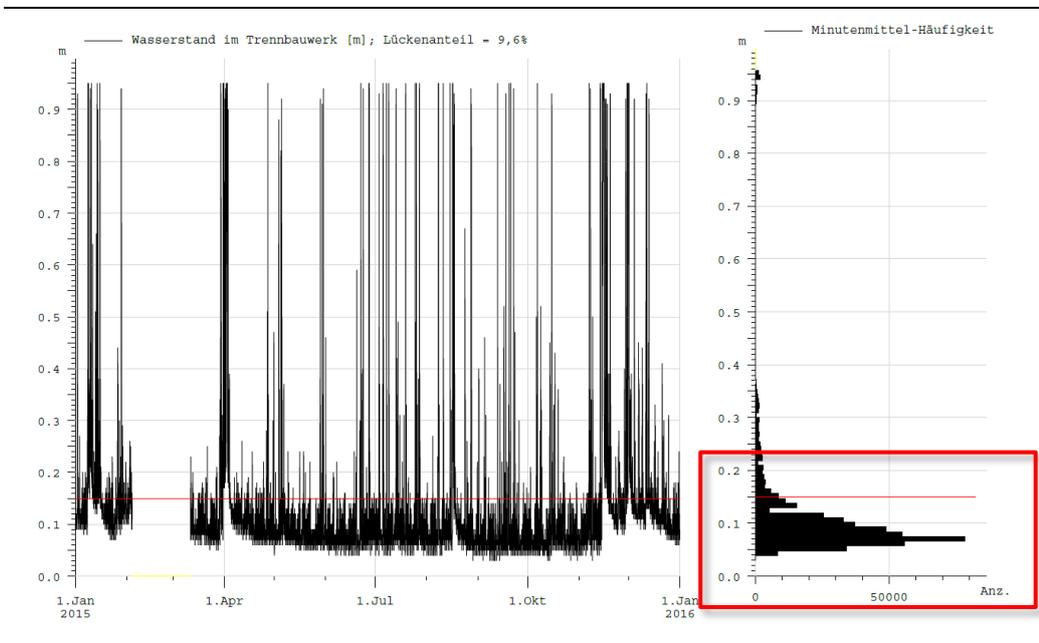


Abbildung 36: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RÜB „Nebenschluss“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert

Für die unter Berücksichtigung der jeweiligen Kriterien definierten Mindestwasserstände (siehe zusammenfassend Tabelle 21) führt Tabelle 20 die jeweils resultierende Einstauhäufigkeit sowie Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf.

Tabelle 20: Beispielhafte Auswertung der Einstauhäufigkeit und der Einstaudauer innerhalb eines Jahres auf Basis der definierten Mindestwasserstände im RÜB „Nebenschluss“

Mindestwasserstand bei Einstaubeginn	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]
15 cm	221	1029:56
30 cm	101	357:08

Tabelle 20 zeigt, dass die Einstauhäufigkeit bei einem Mindestwasserstand von 15 cm im Vergleich zu einem Mindestwasserstand von 30 cm verdoppelt. Die Trennbauwerkskammer weist ein geringes Retentionsvolumen auf, sodass der Wasserstand sensitiv bereits auf eine geringe Erhöhung des Mischwasserzufluss deutlich reagiert.

Tabelle 21: Wichtige Kriterien für die Definition des Mindestwasserstands, der den Zeitpunkt des Einstaubeginns definiert, für das RÜB „Nebenschluss“. Die Kriterien werden auf die im Trennbauwerk erfasste Ganglinie angewandt.

Kriterium	Relevant [ja/nein]	Wasserstand ¹⁾ [cm]	
1 - Drossel Drossel ist in Funktion	ja	30 cm	
2 - Geometrie	Bauwerke im Hauptschluss (Große und/oder flache Beckenkammern): Beckensohle ist vollständig benetzt (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
	Bauwerke im Hauptschluss (Steile und/oder kleine Beckenkammern): Rund 10 % des Beckenvolumen sind aktiviert (Sohlgefälle der Beckenkammer berücksichtigen)	nein	-
3 - Anordnung und Bauwerkstyp	Bauwerke im Hauptschluss: Wasserstand in der Beckenkammer liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze	nein	-
	Bauwerke im Nebenschluss (mit anrechenbarem, vorgeschaltetem Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal): Wasserstand im Trennbauwerk liegt oberhalb der üblichen Tagesgangspitze / Schwelle des Trennbauwerks wird überschritten (Schwellenhöhe des Trennbauwerks berücksichtigen)	ja	15 cm
	Bauwerke im Nebenschluss (ohne anrechenbares, vorgeschaltetes Stauvolumen im Trennbauwerk / Kanal) Beckenkammer wird über das Trennbauwerk beschickt, Wasserstand am tiefsten Punkt der Beckensohle wird um 5 cm überschritten	nein	-
	Regenklärbecken im Dauer- oder Teileinstaubetrieb: Wasserstand überschreitet die Dauer-/Teileinstaugrenze	nein	-
Abschließendes Ergebnis für den Mindestwasserstand – Welcher Wasserstand ist maßgebend?		30 cm	

¹⁾ Wasserstand in Bezug auf den Nullpunkt der Messeinrichtung, die Position der Messung für die Einstauüberwachung innerhalb des Bauwerks ist zu beachten.

Aufgrund des geringen Volumens der Trennbauwerkskammer sowie der Drosselfunktion wird ein Mindestwasserstand von 30 cm definiert. Dieser bestimmt den Zeitpunkt, an dem der Beckeneinstau des RÜB „Nebenschluss“ beginnt.

Das Trennbauwerk und die Beckenkammer sind kaskadenförmig angeordnet. Nach Ende eines Regenereignisses beginnt als erstes der Wasserstand im Trennbauwerk abzusinken. Der Wasserstand in der Beckenkammer sinkt deutlich langsamer, da das Retentionsvolumen hier deutlich größer ist und das abgeschlagene Mischwasser nach Ende eines Regenereignisses in der Regel über Pumpen zur Kläranlage gefördert wird.

Während der Beginn des Einstauereignisses eines Bauwerks, das im Nebenschluss betrieben wird, im Trennbauwerk definiert wird, ist das Ende des Ereignisses über die Wasserstandsganglinie in der Beckenkammer festzulegen. Unterschreitet der Wasserstand in der Bauwerkskammer einen Mindestwasserstand von 5 cm (oberhalb des tiefsten Punktes der Beckensohle), so gilt das Einstauereignis als beendet.

A3.4 Regenklärbecken im Dauerstau

Regenklärbecken, die im Dauerstau betrieben werden (RKBmD), sind über das ganze Jahr hinweg bis zur einer festen Dauerstaugrenze befüllt. Sie weisen in der Regel kein Retentionsvolumen auf, welches zusätzlich im Regenwetterfall eingestaut werden kann, sondern das Bauwerk entlastet umgehend über den Klärüberlauf. Es ergibt sich somit eine „Einstauhäufigkeit“ von 365/366 Tagen im Jahr.

Abbildung 37 zeigt beispielhaft eine Wasserstandsganglinie des Bauwerks RKB „Dauerstau“, die mit Hilfe einer Drucksonde im Pumpensumpf, die auch für die Pumpensteuerung verwendet wird, aufgezeichnet wurde. Auf Höhe der Dauerstaugrenze des Bauwerks (4,56 m) bildet die Häufigkeitsverteilung einen Ausschlag aus, da der Wasserstand hier dauerhaft verharret.

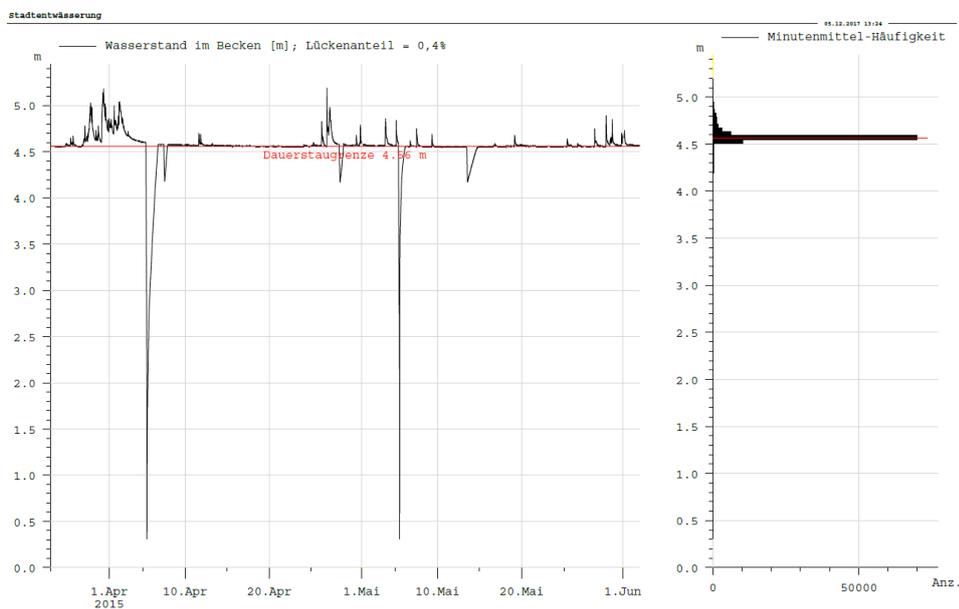


Abbildung 37: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RKB „Dauerstau“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert.

A3.5 Fremdwasserproblematik in Regenbecken

Abbildung 38 zeigt beispielhaft eine Wasserstandsganglinie sowie die zugehörige Häufigkeitsverteilung des Regenklärbeckens RKB „Fremdwasser“. In der Mitte des Bauwerks befindet sich ein Pumpensumpf, über den der Zufluss des Regenklärbeckens gedrosselt zur Kläranlage weitergeleitet wird. Die dort installierten Pumpen werden über den Wasserstand im Becken, der über eine Drucksonde aufgenommen wird, gesteuert. Überschüssiges Regenwasser wird über den Klärüberlauf abgeschlagen.

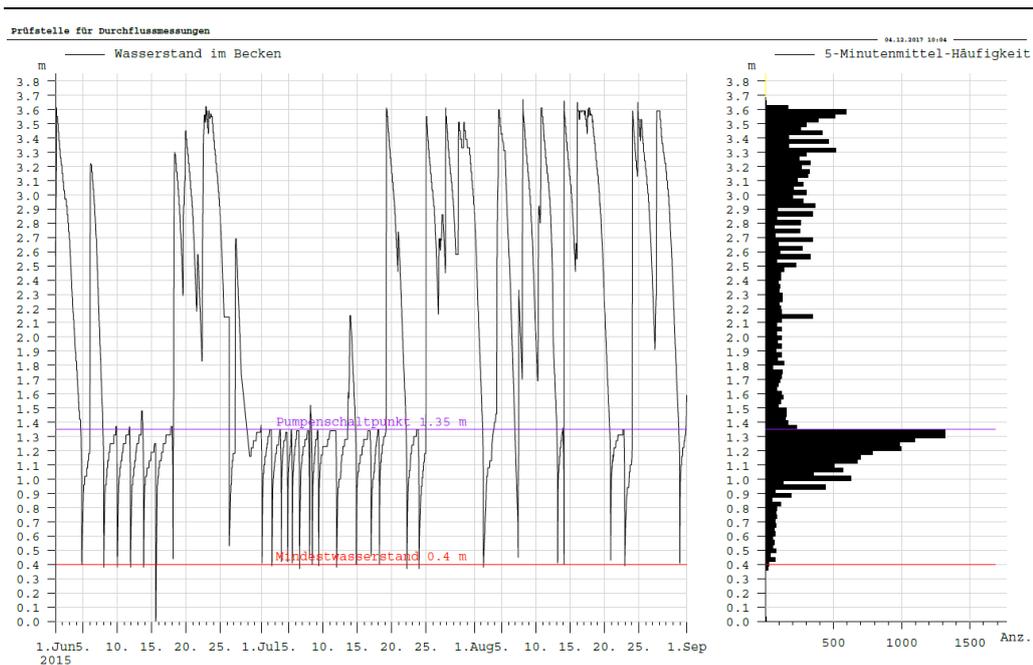


Abbildung 38: Definition des Mindestwasserstandes mithilfe einer Häufigkeitsverteilung (rechts), die auf einer im Bauwerk RKB „Fremdwasser“ gemessenen Wasserstandsganglinie (links) basiert

Die Wasserstandsganglinie zeigt deutlich, dass in dem Bauwerk ein Fremdwasserproblem besteht: Durch den dauerhaften Zufluss von Fremd- beziehungsweise Drainagewasser, unabhängig von den Witterungsverhältnissen, steigt der Wasserstand im Bauwerk stetig an, bis er eine Höhe von etwa 1,35 m (Schaltpunkt) erreicht und durch den Pumpenbetrieb wieder auf einen Wasserstand von 40 cm (Position der Drucksonde im Pumpensumpf) abgesenkt wird.

Somit wird regelmäßig „sauberes“ Drainagewasser zur Kläranlage geleitet.

Entsprechend der Bauwerksgeometrie ist der Mindestwasserstand etwa bei 40 cm anzuordnen (Flutung der Beckensohle). Wird der Mindestwasserstand jedoch auf Basis der Häufigkeitsverteilung definiert, bietet sich eine Anordnung des Mindestwasserstands bei etwa 1,35 m an.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft die Berichtsdaten zum Einstauverhalten des Bauwerks, die sich unter Verwendung der verschiedenen Mindestwasserstände ergeben.

Tabelle 22: Beispielhafte Auswertung des Einstauverhaltens des RKB „Fremdwasser“ unter Verwendung unterschiedlicher Mindestwasserstände

Monat	Mindestwasserstand bei Einstaubeginn von 0,4 m		Mindestwasserstand bei Einstaubeginn von 1,35 m	
	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]	Einstauhäufigkeit [d]	Einstaudauer [hh:mm]
Juni	30	717	22	387
Juli	31	743	15	270
August	31	743	28	562

Die ausgewerteten Daten im Monat Juli zeigen im Besonderen das unterschiedliche Einstauverhalten auf, welches sich durch die Verwendung unterschiedlicher Mindestwasserstände ergibt.

Es wird empfohlen, einen Mindestwasserstand von 40 cm anzusetzen, um auf den fremdwasserbeeinflussten Bauwerksbetrieb hinzuweisen. Wird ein Mindestwasserstand von 1,35 m angesetzt, gehen wichtige Informationen zum Bauwerksbetrieb und ggf. notwendigen Betriebsoptimierungen, um den notwendigen Gewässerschutz gewährleisten zu können, verloren.

A4 Abschätzung der Weiterleitungsmenge an Drosselorganen

Im folgenden Beispiel wird beispielhaft gezeigt, auf welche Weise an einer mechanischen Drossel, an der die Drosselwassermenge nicht durch ein separates, direktes Messverfahren gemessen wird, das weitergeleitete Volumen mit Hilfe der Ergebnisse der Drosselkalibrierung dennoch abgeschätzt werden kann.

In einem Bauwerk ist eine Rohrdrossel mit einer Öffnungsweite von DN 200 verbaut. Abbildung 39 zeigt den separaten Bauwerksschacht, von dem die Rohrdrossel abgeht. In diesem ist auch ein Wasserstandmessgerät installiert, das den Wasserstand im Bauwerk in unmittelbarer Nähe zum Drosselorgan aufnimmt.



Abbildung 39: Darstellung der Rohrdrossel und der Wasserstandsmessung

Abbildung 40 zeigt die Abflusskennlinie der verbauten Rohrdrossel, die die weitergeleitete Drosselabflussmenge in Abhängigkeit vom Wasserstand beschreibt. Bei Trockenwetter fließt das Wasser im Freispiegel durch die Drossel ab. Steigt im Regenwetterfall der Wasserstand im Bauwerk auf etwa 25 cm über Drosselsohle an, so nimmt die Rohrdrossel ihre Funktion auf (Knick in der Kennlinie).

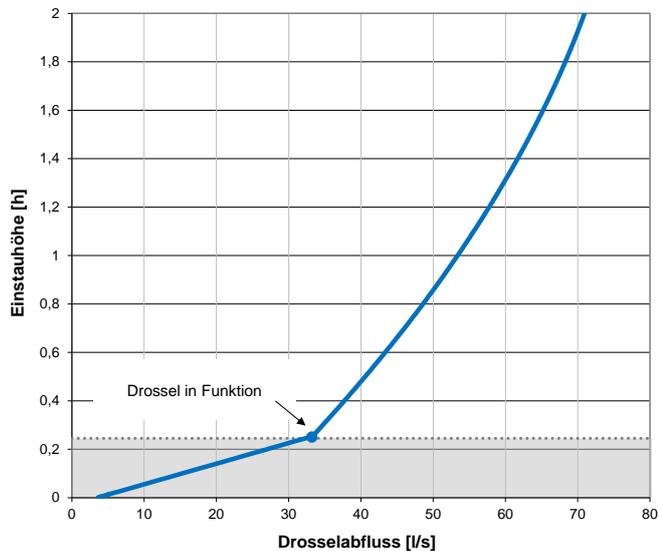


Abbildung 40: Kennlinie der Rohrdrossel (Wasserstand-Abfluss-Beziehung)

Zusätzlich zeigt Abbildung 41 beispielhaft einen Ausschnitt aus der Wasserstandsganglinie, die im Bauwerk mithilfe der Messeinrichtung aufgezeichnet wurde.

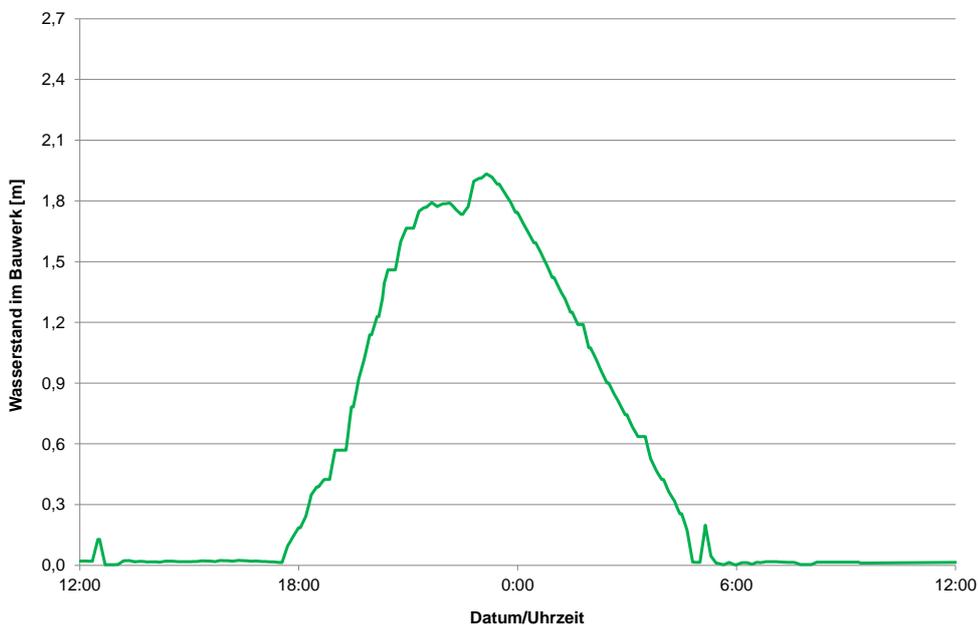


Abbildung 41: Ausschnitt aus der Wasserstandsganglinie innerhalb der Beckenkammer in unmittelbarer Nähe der Drossel

Mit Hilfe der in Abbildung 40 gezeigten Kennlinie kann der Drosselabfluss bei Regenwetter aus der aufgezeichneten Wasserstandsganglinie (Abbildung 41) abgeleitet werden, da jeder Druckhöhe eine Abflussmenge eindeutig zugeordnet werden kann. Zu beachten ist, dass das Wasserstandsmessgerät nach Möglichkeit auf

Höhe der Drosselsohle installiert (Drucksonde) bzw. dieser Bereich erfasst (Echolote) wird, um so den Wasserstand, der für die Funktion der Drossel und die weitergeleitete Menge maßgeblich ist, zuverlässig bestimmen zu können.

Das Ergebnis der aus der Wasserstandsganglinie berechneten Weiterleitungsmenge zeigt Abbildung 42.

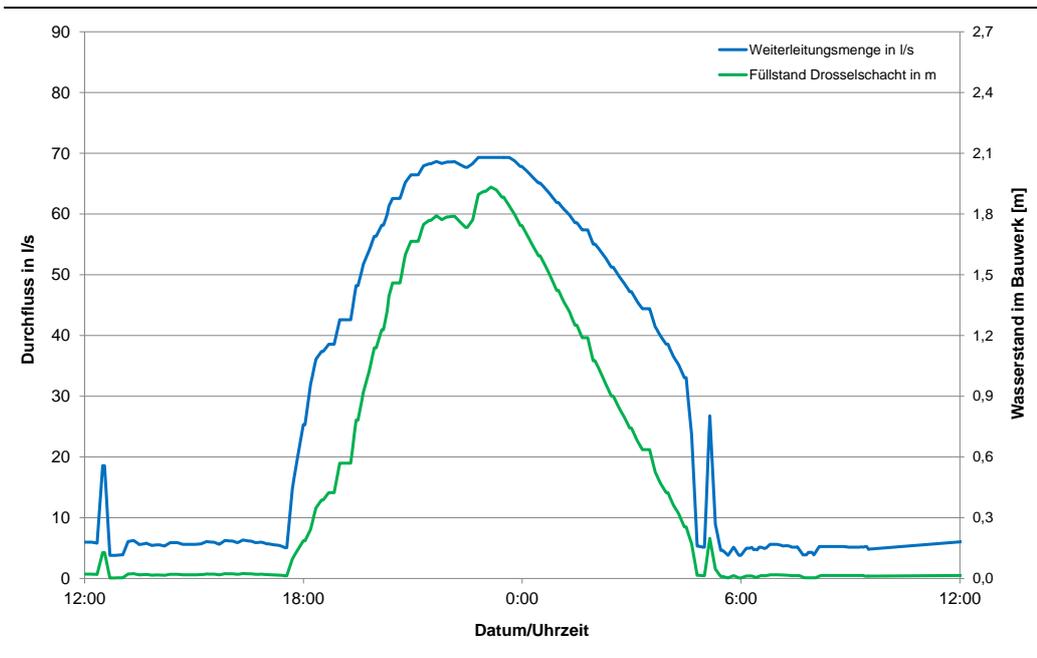


Abbildung 42: Drosselabflussmenge, die mit Hilfe der Abflusskennlinie aus der Aufzeichnung des Wasserstands abgeleitet wurde

Bevor die Abflussbegrenzung (Drosseleinlass ist vollständig überstaut) einsetzt, fließt der Trockenwetterabfluss frei durch die Drossel ab. In diesem Bereich kann der Abfluss durch eine Kennlinie nicht zuverlässig bestimmt werden. Die Kennlinie unterliegt in diesem Bereich großen Unsicherheiten. In diesem Beispiel trifft dies für eine Drosselabflussmenge zwischen 0 und 32 l/s zu.

Ist auch das Volumen des Trockenwetterabflusses von Interesse, so empfiehlt es sich, ein mobiles Durchflussmessgerät temporär in den unterhalb liegenden Ablaufkanal zu installieren. Hier kann das Abflussvolumen bestimmt werden, welches typischerweise an einem Trockenwettertag zur Kläranlage weitergeleitet wird. Die Länge der Messkampagne richtet sich dabei nach den (jahreszeitlichen) Schwankungen des Trockenwetterabflusses, die zu erfassen sind.

A5 Beispielhaft ausgefüllter Auswertungsbogen

Abbildung 43: Tabellarischer Auswertungsbogen gemäß Vorgaben SÜwVO Abw

Regenüberlaufbecken (RÜB), Stauraumkanäle (SK), Regenrückhalteanlagen (RRA), Regenklärbecken (RKB), Regenversickerungsbecken (RVB), Retentionsbodenfilter (RBF)	Einstau Becken			Entlastung Klärüberlauf				Entlastung Beckenüberlauf				Weiterleitung zur Kläranlage	
	Anzahl n/a	Dauer h/a	Ausfalltage n/a	Anzahl n/a	Dauer h/a	Volumen m³/a	Ausfalltage n/a	Anzahl n/a	Dauer h/a	Volumen m³/a	Ausfalltage n/a	Drosselabfluss m³/a	Ausfalltage n/a
RÜB	159	1.971:34	0	-	-	-	-	5	18:45	2.007	0	844.560	0
RKB	93	2.367:06	4	21	156:28	258.099	4	0	0:00	0	0	-	-
SKO	38	195:22	0	-	-	-	-	4	11:57	50.327	0	-	-
SKO	40	206:39	0	-	-	-	-	1	0:59	163	0	104.046	3
SKU	178	243:58	0	-	-	-	-	6	12:10	43.280	0	-	-
SKU	53	55:34	3	-	-	-	-	2	0:09	3	3	18.662	0
SKU	22	75:31	5	-	-	-	-	1	1:45	5.972	5	-	-
RÜB	86	66:24	0	-	-	-	-	1	0:37	352	0	k. A.	365
SKU	366	418:11	0	-	-	-	-	31	11:57	65.088	0	-	-
RRB	26	51:10	1	-	-	-	-	1	0:37	0	1	-	-
RKB	65	3.306:44	3	26	69:57	33.956	3	11	8:50	19.820	3	-	-
RKB	58	4.708:48	2	2	0:41	5.141	2	0	0:00	0	2	-	-
RÜB	95	575:06	1	-	-	-	-	10	36:26	25.800	1	-	-
SKU	60	93:24	4	-	-	-	-	5	7:42	17.050	42	-	-
RRB	16	13:19	71	16	13:19	21.482	71	0	0:00	0	0	-	-
RÜB	208	642:39	0	-	-	-	-	16	13:19	21.482	71	-	-
RÜB	102	710:29	11	-	-	-	-	8	22:22	4.357	0	-	-
SKU	54	145:20	4	-	-	-	-	8	4:40	1.131	4	213.754	5
SKU	194	1.692:13	42	-	-	-	-	23	42:44	23.828	42	-	-