

MESSTECHNISCHE AUSSTATTUNG VON REGENÜBERLAUFBECKEN - RICHTIG PLANEN UND EINBAUEN

Ulrich Haas, Stuttgart

1 EINFÜHRUNG

Seit Anbeginn der siebziger Jahre wurde viel Geld in den Bau und die Ausrüstung der Regenwasserbehandlungsanlagen investiert. Doch bis heute ist bei vielen Becken unklar, wie und ob sie überhaupt funktionieren. Mittels einer Messdatenauswertung lässt sich das Entlastungsverhalten z.B. eines Regenüberlaufbeckens, wie aber auch der ordnungsgemäße Betrieb der technischen Einrichtungen nachweisen. Letztendlich dienen die Messergebnisse auch der Betriebsoptimierung eines Regenbeckenverbundes, in dem sie zur Validierung von Schmutzfrachtsimulationen oder als Planungsgrundlage einer integralen Abflusssteuerung dienen.

Wenn Messdaten verlässlich am Prozessleitsystem anliegen, dürfen Inspektions- und Wartungsintervalle optimiert werden. Sture zeit- und ereignisabhängige Anfahrten erübrigen sich, wenn die in Augenscheinnahme vor Ort keinen höheren Informationsgehalt hat, als der geübte Blick auf eine Trendkurve [1, 2].

Das Gewässer, die Kläranlage und das Kanalnetz sind gemäß der Wasserrahmenrichtlinie als ein ganzheitliches System zu sehen. Hierbei kommt der funktionierenden messtechnischen Ausstattung von Regenüberlaufbecken eine tragende Rolle zu.

2 MESSZIELE AN EINEM REGENÜBERLAUFBECKEN

Das Einstau- und Entlastungsverhalten eines Regenüberlaufbeckens wird durch Grenzwasserspiegelhöhen und Durchflussmessungen (Drosselschacht) bestimmt (Abb. 1).

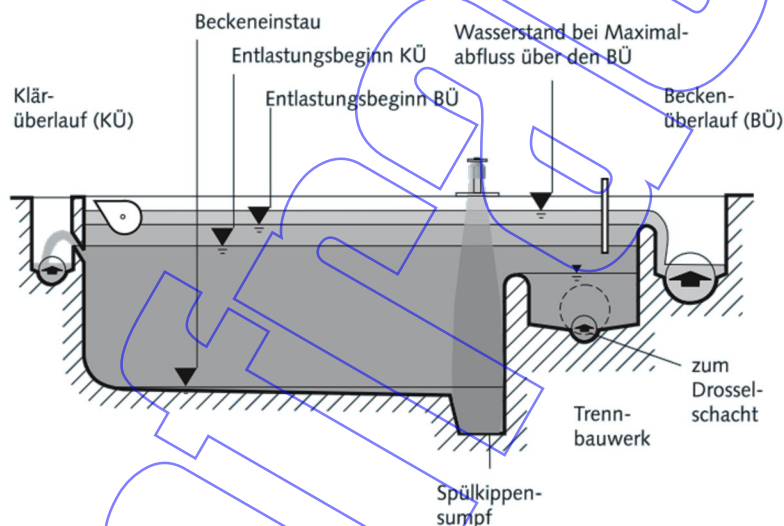


Abb. 1: Längsschnitt eines Durchlaufbeckens im Nebenschluss mit Grenzwasserspiegelhöhen [3]

2.1 Abflussmessung

Die Beckeneinstau- und -überlauffähigkeit wird maßgebend vom Drosselabfluss bestimmt. Bei zu niedrig eingestelltem Drosselabfluss füllt sich das Becken zu häufig und unterhalb liegende Becken eventuell zu selten - oder anders herum. In beiden Fällen ist das Potenzial der geplanten Speicherwirkung

nicht ausgeschöpft. Der Ausführung der Drosselmesstrecke kommt also eine besondere Bedeutung zu.

2.2 Beckeneinstau

Sobald der Zufluss zum Becken den Drosselabfluss übersteigt, staut sich das Trennbauwerk ein. Überschreitet der Wasserspiegel die Trennbauwerksschwelle, darf von einem Beckeneinstauereignis gesprochen werden. Bei Hauptschlussbecken gibt es kein Trennbauwerk, deshalb muss ein Einstauwasserspiegel für die Speicherkammer definiert werden, ab welcher ein Beckeneinstauereignis gezählt wird. In der Regel wählt man einen Wasserspiegel, bei dem die Sohle des Beckens geflutet ist und der Hystereseabstand (ca. 5 cm) gewahrt ist.

2.3 Klärüberlauf

Die Speicherkammer des Beckens füllt sich weiter, solange der Zufluss den Drosselabfluss übersteigt. Die erste Entlastungsmöglichkeit bei einem Durchlaufbecken ist der Klärüberlauf. In seiner einfachsten Form ist dies eine Wehrschwelle. Da die Überlaufmenge wegen der einzuhaltenden Klärbedingungen limitiert ist, werden entlastungsbeschränkende Konstruktionen eingesetzt. Die Spannweite der Konstruktionen reicht von statischen Klärschlitz bis hin zu selbstregulierenden Klärüberläufen, die je nach Vordruck den Ablaufschlitz verengen. Neben der Anzahl von Entlastungen - aufgezeichnet als eine Entlastung pro Kalendertag - ist auch die Überlaufmenge zu bestimmen. Sie wird anhand des hydraulischen Vordrucks mittels der „Schlitzformel“ [4] oder entsprechend den Angaben des Herstellers der Klärschlitzkonstruktion ermittelt.

2.4 Beckenüberlauf

Übersteigt der Zufluss die Klärüberlaufmenge samt Drosselabfluss, dann steigt der Wasserspiegel im Becken weiter und erreicht die Beckenüberlaufschwelle. Bei Übertritt ist ein Beckenüberlaufereignis zu zählen. Wie am Klärüberlauf wird die Entlastungsanzahl als ein Ereignis pro Kalendertag registriert. Die Überlaufmenge lässt sich bei einfachen Wehrschwellen, unter Beachtung des Überfallbeiwerts, mit der Poleni-Formel [4] berechnen. Sollte der Beckenüberlauf mit Rechen und/oder Klappen ausgestattet sein, so sind die hydraulischen Bedingungen beim Ausrüster zu erfragen. In der Regel erfolgt dann die Überfallmengenmittlung mittels Stützkurven.

2.5 Andere Messziele

Eine Qualitätsmessung des Beckenzulaufs ist äußerst wartungsaufwändig (Rohabwasser!) und dient eher wissenschaftlichen Untersuchungen zum Thema Spülstoßverhalten. Sie hat in Bezug auf das Betriebsverhalten derzeit noch keinen praktischen Nutzen.

Der Standort eines Regenüberlaufbeckens bietet sich zur Einrichtung einer Niederschlagsmessung an, da an den meisten Becken die erforderliche Infrastruktur vorhanden ist und die Standorte regelmäßig von fachkundigem Personal begangen werden. Insofern wäre der Regenmesser zwar als zusätzlicher, aber als kleiner Betriebspunkt in die Betriebsanweisung aufzunehmen. Die Regendaten dienen der Plausibilisierung der Messdaten aus dem RÜB und werden, wenn sie für eine längere Periode vorliegen, für Planungszwecke verwendet.

3 EINBAUBEDINGUNGEN

Neben den im folgenden Kapitel diskutierten Sondentypen gibt es noch andere, ebenfalls gebräuchliche am Markt. Zu nennen wären die „Kanalmaus“ (digitale Mustererkennung), die Gabelsonde oder das Einperlverfahren. Letzteres wird allerdings kaum noch angetroffen.

3.1 Radar-/Ultraschallsonde

Eine Radar- oder Ultraschallsonde gehört zu den berührungslosen Messmethoden. Das Messprinzip besteht in der Messung der Laufzeit eines Mikrowellen- oder Schallimpulses. Sie wird an der Bauwerksdecke oder an einem Kragarm installiert und sollte selbst bei Volleinstau mit dem Abwasser nicht in Kontakt kommen.

Ultraschallsonden haben eine Blockdistanz, ein Bereich in dem kein Messwert übertragen wird, weil die Sonde von Senden auf Empfangen umschaltet. Er misst rd. 20 cm ab Unterkante Sonde. Dieser Abstand ist bei der Planung zu berücksichtigen. Reicht der Freibord nicht aus, so kann die Sonde auch waagrecht mit einem Umlenkblech eingebaut oder muss höher gesetzt werden. In diesem Fall wird die Beckendecke geöffnet (Kernbohrung) und Schachtringe aufgesetzt (Abb. 2), in denen die Sonde montiert wird. Dies hat den Vorteil, dass die Sonde von außen zugänglich ist und bequem gewartet werden kann.

Am besten werden die Sonden so platziert, dass keine Einbauteile (z.B. Leitern), die sog. Schallkeule stören. Auch darf der Sohlbereich, bis zu welchem die Sonde messen soll, nicht zu eng oder schief sein (z.B. Bermen oder Vouten). Je höher die Sonde sitzt, umso größer sollte die angezielte Grundfläche sein. Deshalb ist es oft problematisch diese Sondenart für die Messung des Wasserstandes in kleineren Pumpensämpfen o.ä. zu verwenden.

Da die Schallgeschwindigkeit von der Dichte der Luft abhängt, die Lufttemperatur aber am Sensorkopf gemessen und - nur in einem gewissen Rahmen - messtechnisch kompensiert werden kann, sollten die Sonden bei offenen Becken nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Gegenüber Temperaturschichtungen oder dämpfiger Atmosphäre sind Radarsonden unempfindlich.

Radar- oder Ultraschallsonden eignen sich zur Messung von Wasserstand und Fließhöhe.

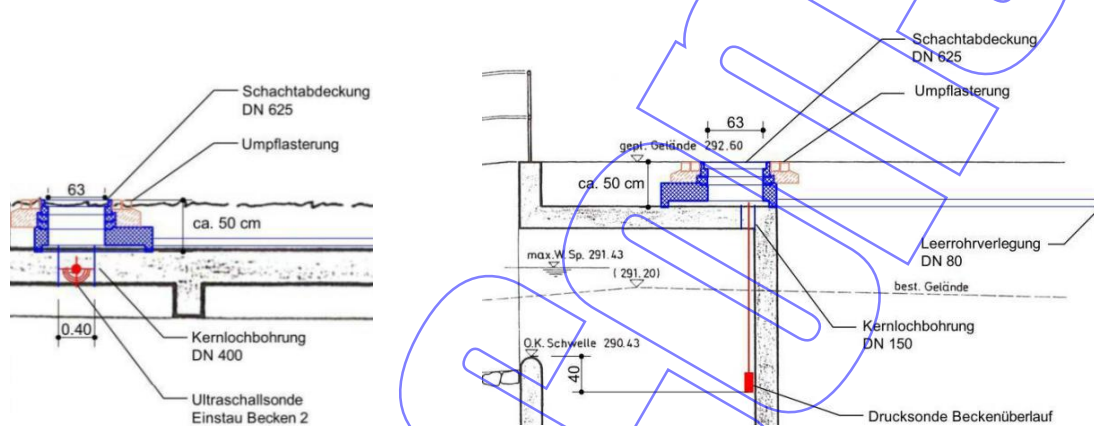


Abb. 2: Möglichkeiten eines wartungsfreundlichen Einbaus einer Radar-/Ultraschallsonde und einer Drucksonde [InfraConsult, 2009]

3.2 Drucksonde

Drucksonden kommen mit dem Abwasser in Kontakt und müssen in einem Schutzrohr verlegt werden, welches an der Beckenwand oder einer Beckenstütze befestigt ist. Ihr Messprinzip beruht auf der Umwandlung der Membranverformung in ein elektrisches Signal.

Um die Zugänglichkeit von Sonden in Beckensohlennähe zu gewährleisten, ist der untere Teil des Schutzrohres (ca. 1,5 m) vom weiter aufsteigenden Teil getrennt und nur angeklippt. So kann das Schutzrohrende abgenommen und die Sonde gewartet werden. Das abgenommene Schutzrohr kann auch als Messrohr verwendet werden.

Muss eine höher liegende Sonde abgehängt werden, so empfiehlt es sich genügend Kabelschlingen vorzusehen, um mehr Bewegungsfreiheit zu haben. Außerdem muss die Aufhängevorrichtung so gestaltet sein, dass sich die Sonde millimetergenau zurückhängen lässt.

Die Drucksonde lässt sich problemlos warten, wenn sie von außen zugänglich ist. Wie schon bei der Ultraschallsonde beschrieben, wird hierzu ein Wartungsschacht auf die Bauwerksdecke gesetzt (Abb. 2). Eine weitere Möglichkeit ist, die Sonde in die Beckenwand zu integrieren beispielsweise in die Trennwand zum Pumpenkeller neben dem Becken. Sie kann auch auf eine geschlossen geführte Abwasserleitung gesetzt werden, dann allerdings ist der Druckabfall bei höheren Fließgeschwindigkeiten in der Leitung zu berücksichtigen. In all diesen Fällen erübrigt sich der Einstieg in den Ex-Bereich.

3.3 Drehwinkelgeber

Dreh- oder Neigungswinkelgeber werden an der Rückseite von Klappen montiert, um dessen Stellung bestimmen zu können. Der Messwert, in Verbindung mit einer Wasserspiegelmessung, dient als Steuerwert für die Klappenmechanik, um den Wasserspiegel konstant zu halten.

Für die Ermittlung der Entlastungsmenge ist es wichtig, dass die beiden Sonden (Drehwinkelgeber und Wasserstandssonde) besonders exakte und vertrauenswürdige Werte liefern, da sich Fehler der Messung bei der Berechnung addieren, evtl. potenzieren und das Ergebnis verfälschen, ohne dass es eine Möglichkeit der Plausibilisierung gäbe.

Es hat sich gezeigt, dass ein einfacher Kontaktgeber an der Klappe für den Entlastungsbeginn und das -ende als zuverlässige Informationsquelle gilt. Damit lassen sich die Entlastungsanzahl und -dauer bestimmen.

3.4 Magnetisch-induktive Durchflussmessung

Wird die magnetisch-induktive Durchflussmessung (MID) mit einem Regelschieber ergänzt, so lassen sich die Drosselabflüsse recht trennscharf einstellen. Das Messprinzip beruht darin, dass beim Durchströmen eines Magnetfeldes das leitfähige Abwasser Spannung induziert, welche von Elektroden aufgenommen wird. Die Geräte gibt es zur Messung von teil- und vollgefüllten Röhren.

Bei einem gedückten Einbau muss die Ablagerungsgefahr und Sielhautbildung aufgrund geringer Fließgeschwindigkeiten, z.B. bei Nachtabfluss (Einbau einer Spüleinrichtung) sowie die Bildung einer Schwimmschlammdecke im Oberwasser eines Vorschachtes berücksichtigt werden.

Beim Einbau eines MID's sind die Herstellerangaben zu den Beruhigungsstrecken vor und nach der Messung zu beachten. Eine Umgehungsleitung sollte bei kleineren Durchmessern vorgesehen werden.

4 ANORDNUNG DER MESSSTELLE

4.1 Durchflussmessung

Das Herzstück eines funktionstüchtigen Regenüberlaufbeckens ist die zuverlässige Einstellung des Drosselabflusses.

Es wird unterschieden in Abfluss-Steuerungen, welche bis zu einem minimalen Abfluss von 25 l/s empfohlen werden und den Abfluss-Regelungen, welche bis 10 l/s herunterdrosseln dürfen (Abb. 3). Dies hängt damit zusammen, dass bei Regelungen der Abfluss direkt gemessen und eine Verlegung des Drosselorgans selbstständig erkannt und behoben wird. Der Schieber fährt dann auf, um mehr Abfluss freizugeben.

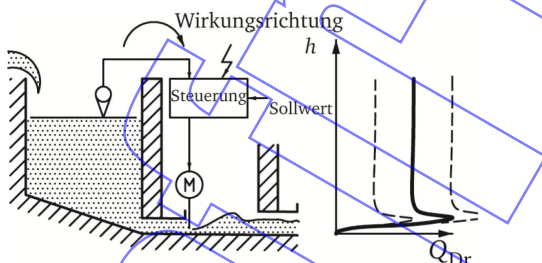


Abb. 3.1: Oberwassergesteuertes Drosselorgan [4]

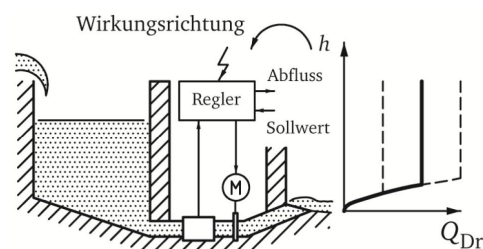


Abb. 3.2: Durchflussgeregeltes Drosselorgan [4]

Bei einer Teilverlegung eines oberwassergesteuerten Drosselorgans (Abb. 3.1) tritt ein fataler Effekt auf, nämlich, dass der Wasserspiegel im Becken oder Trennbauwerk ansteigt und die Drossel davon ausgeht, dass sie weiter zufahren muss, um den vermeintlich höheren Vordruck auszugleichen. Deshalb werden oft Verlegekontrollmessungen in einem Nachschacht angeordnet. Dieser muss erstens

weiter unterhalb angeordnet werden, da das unter dem Drosselschieber hervorstäubende Wasser die Messung unbrauchbar macht und zweitens muss im Messschacht Normalabfluss herrschen, um eine halbwegs brauchbare Abflussmessung zu gewährleisten.

Ebenfalls weit verbreitet ist die durchflussgeregelte Abflusssteuerung mittels Fließhöhenmessung in einem weiter unterhalb liegenden Messschacht. Mit der Fließformel von Prandtl-Colebrook wird der Durchfluss berechnet und als Regelgröße für den Drosselschieber verwendet. Diese Messanordnung darf nur gewählt werden, wenn das Netz zu 100% rückstaufrei arbeitet - auch bei stärkeren Regenereignissen, bei denen es sehr oft zu Druckabflüssen kommt. Gleiches gilt, wenn im Bereich des Messschachtes mit Ablagerungen zu rechnen ist. In beiden Fällen herrscht unter der Messsonde kein Normalabfluss und die berechnete Ganglinie täuscht zu hohe Abflusswerte vor. Fehlerhaft wird diese Anordnung vor allem bei schießendem Abfluss.

4.2 Überlaufmessung

Überlaufmessungen werden i.d.R. mit Druck-, Radar- oder Ultraschallsonden bewerkstelligt.

Da die Messwerte möglichst genau sein sollen, kommt es zum Einen auf den richtig gewählten Messbereich der Sonde an (Auflösung im Millimeterbereich), zum Anderen auch auf einen hydraulisch günstigsten Standort. Generell gilt, dass die Sondenmessung noch unterhalb der Wehrschwelle beginnen sollte, damit eine Hysterese mit erfasst wird.

Bezüglich der Fließbedingungen im Messbereich muss gelten, dass kein Wechselsprung unter der Messsonde erfolgt und dass kein Rückstau von Unterwasser zu einem unvollkommenen Überfall führt.

Wird die Sonde zu nah an die Wehrschwelle positioniert, dann fällt die Messung in den Absenkungsbereich des Überfallstrahls. Es empfiehlt sich einen Abstand von mindestens des drei- bis vierfachen der Überfallhöhe zu wählen (Abb. 4). Falls das Wehr mit einer Tauchwand ausgestattet ist, wäre dies noch vor der Tauchwand.

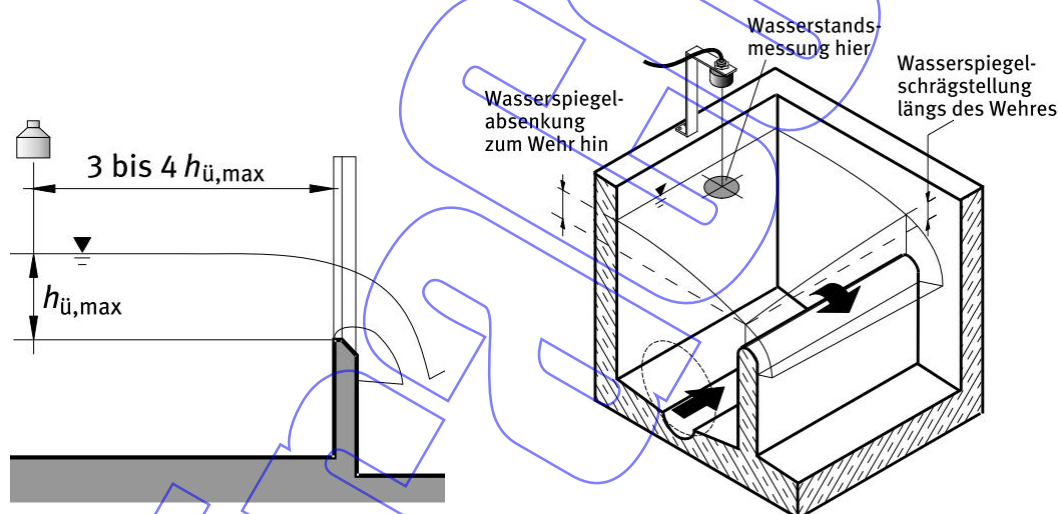


Abb. 4: Abstand der Messsonde zur Wehrkrone [5]

Abb. 5: Anordnung der Messsonde bei einem Streichwehr [5]

Es macht einen Unterschied ob die Überfallhöhe an einem Streichwehr oder an einem senkrecht angeströmten Wehr gemessen wird. An einem Streichwehr tritt eine gekrümmte Wasserspiegellage auf. Näherungsweise erhält man die mittlere Überfallhöhe als Messwert, wenn die Sonde in der Mitte angeordnet wird (Abb. 5).

Sollte die Sonde an dem vorgeschriebenen hydraulisch günstigsten Standort für das Betriebspersonal unerreichbar sein, empfiehlt es sich einen anderen Standort zu wählen. Die hydraulischen Besonderheiten werden dann bei der Messdatenauswertung berücksichtigt.

5 FAZIT

Unter Beachtung der Einbaubedingungen ist die Anordnung der Messstelle regelkonform und vorausschauend durchzuplanen. Die Messstellenplanung muss fester Bestandteil der Objektplanung werden. Dies führt zu verlässlichen Messwerten, mit denen die Funktionstüchtigkeit eines sehr teuren Bauwerks nachgewiesen wird und welche später die Grundlage für die Bewirtschaftung des Gesamtspeichervolumens eines Einzugsgebiets (integrale Abflusssteuerung) bildet.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] U. Haas, Planung und Betrieb einer Kanalnetzsteuerung, DWA WasserWirtschaftskurs, 4. bis 6. März 2015, Kassel, ISBN: 978-3-88721-232-2
- [2] Betrieb von Regenüberlaufbecken in Baden-Württemberg, Fachliche Grundlagen und Empfehlungen für die Praxis, DWA B-W, November 2012, ISBN: 978-3-942964-51-7
- [3] Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken, Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, November 2001
- [4] Arbeitsblatt DWA-A 111, Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen, Dezember 2010
- [5] Merkblatt DWA-M 181, Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen, September 2011

Verfasser

Dipl.-Ing. Ulrich Haas
InfraConsult GmbH, Stuttgart
<http://infraconsult.de>
Tel.: 0711 8822870
eMail: ulrich.haas@infraconsult.de