



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



RÜB-BW

DWA-LANDESVERBAND Baden-Württemberg
Optimierte Anlagen, Optimaler Nutzen!



Klare Konzepte, Saubere Umwelt.

Landesverband
Baden-Württemberg

RÜB-BW THEMENBERICHT.04

Messtechnische Ausstattung von Regenüberlaufbecken

Das Gewässer, die Kläranlage und das Kanalnetz sind als ein ganzheitliches System zu sehen. Hierbei kommt der funktionierenden messtechnischen Ausstattung von Regenüberlaufbecken eine tragende Rolle zu. 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 eines Regenüberlaufbeckens, wie aber auch der ordnungsgemäße Betrieb der technischen Einrichtungen nachweisen. Letztendlich dienen die Messergebnisse auch der Betriebsoptimierung eines Regenbeckenverbundes.

MESSZIELE AN EINEM REGENÜBERLAUFBECKEN

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

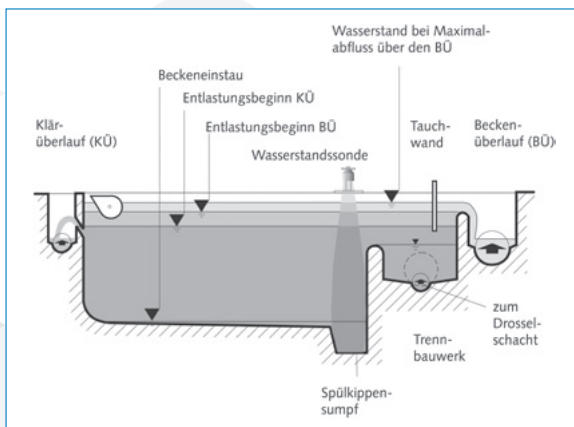


Abb. 1: Längsschnitt eines Durchlaufbeckens im Nebenschluss mit Grenzwasserspiegelhöhen¹

BECKENABLAUFMESSUNG

Die Beckeneinstau- und -überlauffähigkeit wird maßgeblich durch den 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 Drosselmessstrecke kommt also eine besondere Bedeutung zu.

BECKENEINSTAU

Sobald der Zufluss zum Becken den Drosselabfluss übersteigt, staut sich bei einem Nebenschlussbecken das Trennbauwerk ein und die Speicherkammer füllt sich sobald die Trennbauwerksschwelle überströmt wird. Bei Hauptschlussbecken gibt es kein Trennbauwerk, deshalb staut sich hier die Speicherkammer sofort ein.

I. d. R. wird von einem Beckeneinstau gesprochen, sobald die Beckensohle bis zur Beckenwand eine geschlossene Wasserfläche aufweist. Andere Überlegungen gehen dahin, von einem Beckeneinstau zu sprechen, sobald der eingestellte Drosselabfluss überschritten wird, da dann auch das Speichervolumen in einem vorgelagerten Zulaufkanal in die Betrachtung eingeht.

¹ Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken, Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, November 2001

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 einzuhaltenen Klärbedingungen limitiert ist, werden entlastungsbeschränkende Konstruktionen eingesetzt. Die Bauformen reichen von statischen Klärschlitzten bis hin zu selbstregulierenden Klärüberläufen, die je nach Vordruck den Ablaufschlitz verengen. Neben der Anzahl von Entlastungen – aufgezeichnet als eine Entlastung pro Kalendertag – wäre auch die Bestimmung der Überlaufmenge für weitergehende Überlegungen vorteilhaft. U.U. kann sie anhand des hydraulischen Vordrucks mittels der ›Schlitzformel‹ (Toricelli) oder entsprechend den Angaben des Herstellers der Klärschlitzkonstruktion ermittelt werden.

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 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 Überfallmengenermittlung mittels Stützkurven.

EINBAUBEDINGUNGEN

Neben den im folgenden Kapitel beschriebenen 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.

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 Umlenklech eingebaut

oder muss höher gesetzt werden. In diesem Fall wird die Beckendecke geöffnet (Kernbohrung) und Schachtringe aufgesetzt, in denen die Sonde montiert wird. Dies hat den Vorteil, dass die Sonde von außen zugänglich ist und bequem gewartet werden kann (Abb. 2).



Abb. 2: Wartungsfreundlicher Einbau einer Radar-/Ultraschallsonde

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, dämpfender Atmosphäre oder Schaumbildung auf der Wasseroberfläche sind Radarsonden unempfindlich und werden deshalb immer öfter eingebaut.

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

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 Schutzrohr 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 Radar-/Ultraschallsonde beschrieben, wird hierzu ein Wartungsschacht auf die Bauwerksdecke gesetzt (Abb. 3). 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.



Abb. 3: Wartungsfreundlicher Einbau einer Drucksonde

DREHWINKELGEBER

Dreh- oder Neigungswinkelgeber werden an der Rückseite von Klappen montiert (Abb. 4), 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.

Abb. 4: Drehwinkelgeber an einer Stauklappe



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

MAGNETISCH-INDUKTIVE DURCHFLUSSMESSUNG

Wird die magnetisch-induktive Durchflussmessung (MID) mit einem Regelschieber ergänzt (Abb. 5), so lassen sich die Drosselabflüsse trennscharf einstellen. Das Messprinzip beruht darin, dass beim Durchströmen eines Magnetfeldes das leitfähige Abwasser Spannung induziert, welche von Elektroden aufgenommen wird. Aufgrund dieses Messprinzips kann die Leitfähigkeit des Abwassers als zusätzliche Information abgegriffen werden.

Die Geräte gibt es zur Messung von teil- und vollgefüllten Rohren.

Bei einem gedückerten 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.

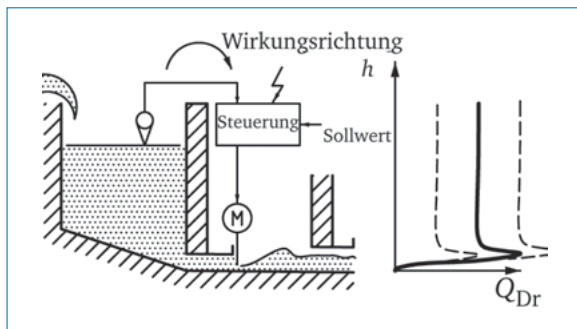


Abb. 5: Regelstrecke (MID und Regelschieber) an einem Beckenablauf

ANORDNUNG DER MESSSTELLE

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. 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. 6: Oberwassergesteuertes Drosselorgan²

Bei einer Teilverlegung eines oberwassergesteuerten Drosselorgans (Abb. 6) tritt ein fataler Effekt auf. Steigt nämlich der Wasserspiegel im Becken oder Trennbauwerk an, geht die Drossel davon aus, dass sie weiter zufahren muss, um den vermeintlich höheren Vordruck auszugleichen. Deshalb werden oft Verlegekontrollmessungen in einem Nachschacht angeordnet. Hier muss Normalabfluss herrschen, um eine halbwegs brauchbare Abflussmessung zu gewährleisten.

Ebenfalls weit verbreitet ist die durchflussgeregelt Abflusssteuerung mittels Fließhöhenmessung in einem weiter unterhalb liegenden Messschacht (Abb. 7). Mit der Fließformel von Prandtl-Colebrook wird der Durchfluss berechnet und als Regelgröße für den Drosselschieber verwandt. 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.

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 aber auch auf einen hydraulisch günstigen Standort. Generell gilt, dass die Sondenmessung noch unterhalb der Wehrschwelle beginnen sollte.

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

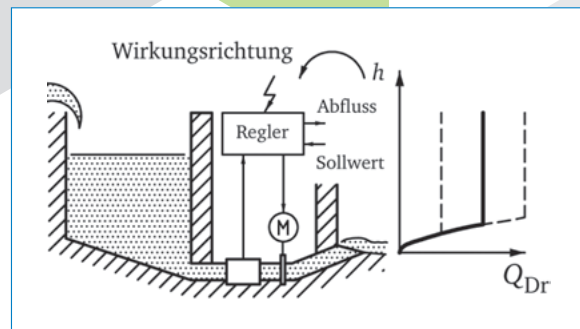


Abb. 7: Durchflussgeregelt Drosselorgan (Quelle: siehe Abb. 6)

des drei- bis vierfachen der Überfallhöhe zu wählen. Falls das Wehr mit einer Tauchwand ausgestattet ist, wäre dies noch vor der Tauchwand.

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.

FAZIT

Unter Beachtung der Einbaubedingungen ist die Anordnung der Messstelle regelkonform und vorausschauend durchzuplanen. Die Messstellenplanung muss fester Bestandteil der Objektplanung werden. Nur so lassen sich verlässliche Messwerte erzielen, mit denen die Funktionstüchtigkeit eines sehr teuren Bauwerks nachgewiesen werden kann und die Grundlage für die Bewirtschaftung des Gesamtspeichervolumens eines Einzugsgebiets bilden. Dies wiederum ist eine Grundvoraussetzung für einen wirkungsvollen Gewässerschutz.

LITERATUR

Neben den einschlägigen DWA Arbeits- und Merkblättern hat der DWA-Landesverband Baden-Württemberg die beiden Leitfäden ›Betrieb von Regenüberlaufbecken‹ und ›Regenbecken im Mischsystem‹ herausgegeben, in denen technische und betriebliche Aspekte zur Messtechnik in RÜB ausführlich beschrieben sind.

AUTOR DIESER AUSGABE:

InfraConsult GmbH
Dipl.-Ing. Ulrich Haas
Schaiblestraße 1 · 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 8822870
E-Mail: ulrich.haas@infraconsult.de
www.infraconsult.de

InfraConsult
www.infraconsult.de

HERAUSGEBER:

DWA-Landesverband Baden-Württemberg
Rennstraße 8 · 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 896631-0 · Fax: 0711 896631-111
E-Mail: info@dwa-bw.de
www.rueb-bw.de

² Arbeitsblatt DWA-A 111, Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen, Dezember 2010