



Merkblatt Nr. 4.3/14

Stand: 17.07.2012

Ansprechpartner: Referat 66

Messdaten von Regenüberlaufbecken

Leitfaden für ihre Prüfung und Wertung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
1 Anlass	2
2 Zielsetzungen	3
3 Was wurde gemessen?	4
4 Plausibilitätsprüfung	5
4.1 Checkliste zur Messdatenprüfung	5
4.2 Messdaten	5
5 Ranking-Verfahren	7
6 Rechnerisches Schätzverfahren	9
6.1 Anwendungsbereich	9
6.2 Checklisten für Eingangsdaten	10
6.3 Entlastungsgrößen	11
7 Wertung der Ergebnisse	12
7.1 Einstufung	12
7.2 mögliche Ursachen und Konsequenzen	12
8 Literatur	16
Anhang 1	17
Formeln für das rechnerische Schätzverfahren	18
Anhang 2 Formblätter für Monats- und Jahresberichte	21
Anlage zum Merkblatt	
Auszüge aus dem Schlussbericht vom 14.10.2002 über das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Datenauswertung und Bewertung von Mischwasserentlastungen“	

Vorwort

Wasserwirtschaftlich bedeutsame Regenüberlaufbecken werden mit Messgeräten ausgerüstet, um das Entlastungsverhalten kontrollieren zu können. Diese Überwachungsgeräte protokollieren die Häufigkeit und Dauer von Einstau- und Überlaufereignissen. Einige ermitteln auch das entlastete Mischwasservolumen. Diese Daten müssen ausgewertet, auf Plausibilität geprüft und anschließend sowohl in betrieblicher als auch in wasserwirtschaftlicher Hinsicht bewertet werden.

Der vorliegende Leitfaden ist das Ergebnis einer Untersuchung im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Er wendet sich an die Betreiber von Mischwasserkanalisationen (Kommunen und Zweckverbände) und an die überwachenden Wasserbehörden und gibt Empfehlungen und Hinweise zum Umgang mit den gemessenen Überlaufdaten.

Das Untersuchungsvorhaben wurde im Jahre 2002 unter dem Titel „Datenauswertung von Mischwasserentlastungen“ vom Auftragnehmer

UFT Umwelt- und Fluid-Technik
Dr. H. Brombach GmbH
Steinstr. 7
97980 Bad Mergentheim

unter der Federführung von Herrn Dr.-Ing. Gebhard Weiß bearbeitet und im Jahre 2006 aktualisiert (Daten hauptsächlich aus Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen). Die wesentlichen Grundlagen aus dem Schlussbericht des Vorhabens sind im Internet als Anlage zu diesem Merkblatt zu finden.

Die Datenauswertung von Mischwasserentlastungen wurde im Jahre 2009 mit ausschließlich bayerischen Messdaten fortgeschrieben. Allerdings liegt dieser Auswertung bisher nur ein relativ geringer Datenumfang zugrunde, der es nicht ermöglicht, die gewonnenen Erkenntnisse zu verallgemeinern. Die Auswertung von Überlaufdaten bayerischer Regenbecken wird daher weiter fortgeführt.

1 Anlass

Messdaten zum Überlaufverhalten von Regenüberlaufbecken (RÜB) in Mischsystemen sind eine unverzichtbare Grundlage zum Erkennen von hydraulischen Engpässen und ungenutzten Reserven in Kanälen und Speicherräumen. Von daher lohnt sich der Aufwand, die Messdaten an Regenüberlaufbecken genauer zu untersuchen und nicht nur als Pflichterfüllung der Eigenüberwachungsverordnung anzusehen.

Als Grundlage für Messungen an Entlastungsbauwerken wurde vom ehemaligen Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft der Praxisratgeber „Planung, Bau und Betrieb von Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken“ (BayLfW 2001) herausgegeben, in dem Empfehlungen für die Planung und den Bau von Messeinrichtungen sowie deren regelmäßige Überprüfung enthalten sind. Wurden die Messgeräte nach diesen Vorgaben eingebaut und gewartet, so kann man davon ausgehen, dass die Überlaufdaten in den Bauwerken richtig aufgezeichnet werden.

Gemäß Eigenüberwachungsverordnung (EÜV 1995) sind in Bayern Messwerte vom Betreiber regelmäßig auszuwerten und der zuständigen Wasserbehörde vorzulegen. Ein Muster eines Monats- sowie eines Jahresberichts ist dem vorliegenden Merkblatt als Anhang beigelegt. Im Wesentlichen handelt es sich um die Zusammenstellung einer Jahresbilanz der drei Daten:

- Häufigkeit von Überlaufereignissen,
- Dauer von Überlaufereignissen und
- Volumen des entlasteten Mischwassers.

Im Folgenden werden die Symbole und Kurzzeichen gemäß ATV-DVWK A 198 (2003) genutzt. Zur besseren Verständlichkeit werden jedoch die bisherigen Bezeichnungen, etwa nach ATV-A 128 (1992), in Klammern mitgeführt, z. B. für den Schmutzwasserabfluss: $Q_{S,d,aM}$ (Q_{s24}).

2 Zielsetzungen

Der vorliegende Leitfaden soll helfen, gespeicherte Messdaten an Regenüberlaufbecken

- richtig auszuwerten,
- auf Plausibilität zu prüfen und
- in betrieblicher und wasserwirtschaftlicher Hinsicht zu bewerten.

Damit lässt sich das beobachtete Überlaufen eines Beckens einzustufen als

- durchschnittlich oder plausibel,
- extrem oft oder extrem lang,
- extrem selten oder extrem kurz.

Der Leitfaden gibt Hinweise dafür, welche Ursachen für ein extremes Verhalten der Überlaufbarkeit verantwortlich sein könnten, ob diese hinnehmbar sind oder ob Abhilfemaßnahmen erforderlich werden. Zeigt ein Regenüberlaufbecken eine zu starke Entlastungsaktivität, so kann wegen drohender Gewässerschädigung durch stoffliche oder hydraulische Überlastung ein rascher Handlungsbedarf erforderlich sein.

Vielfach werden Planungen zum Ausbau der Regenwasserbehandlung mit Hilfe einer Schmutzfrachtberechnung für das gesamte Entwässerungsnetz durchgeführt. In der Genehmigungspraxis geht man bei Vorliegen einer Schmutzfrachtberechnung mehr und mehr dazu über, die für das Bauwerk rechnerisch prognostizierten Überlaufdauern, -häufigkeiten und -wassermengen im Wasserrechtsbescheid fest zu halten. Messdaten des Überlaufverhaltens von Regenbecken gestatten nun unter Einbeziehung des Niederschlagsgeschehens den nachträglichen Vergleich mit den Ergebnissen einer solchen Berechnung.

3 Was wurde gemessen?

Die Überlaufdauer und die Überlaufhäufigkeit sind die wesentlichen Messgrößen, die mit geringem Aufwand durch Wasserstandsmessungen zu ermitteln sind. Planung, Bau und Betrieb dieser Messeinrichtungen wurden in einem Praxisratgeber des ehemaligen Landesamts für Wasserwirtschaft (BayLfW 2001) so beschrieben, dass relativ sichere Messergebnisse zu erwarten sind.

Die Ermittlung der entlasteten Wassermenge unterliegt viel größeren Ungenauigkeiten, weil dabei das lange Überlaufwehr als Messwehr benutzt wird und hier geringe Fehler der Messeinrichtung sehr stark auf das Ergebnis durchschlagen. Noch schwieriger wird die Auswertung bei beweglichen Klappen und Wehren. Hier muss eine vom Hersteller angegebene, kalibrierte Beziehung zwischen Wasserstand, Klappenstellung und Abfluss vorliegen. Eine einfache Wasserstands-Abfluss-Beziehung ist in diesen Fällen nicht ausreichend.

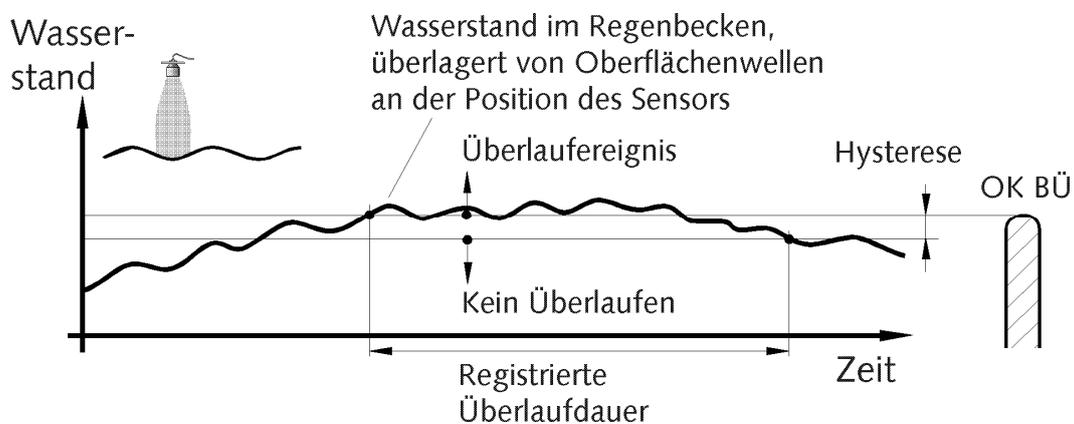


Bild 1: Wasserstandsmessung mit Hysterese

Zur Definition von Beginn und Ende eines Überlaufereignisses wird die Wasserstandsmessung in der Regel mit einer Hysterese versehen. Dadurch werden Überlaufdauer und -häufigkeit unempfindlicher gegen kurzzeitige Wasserspiegelschwankungen, wie z. B. durch Oberflächenwellen. Um einheitlich zu verfahren, wurde im Praxisratgeber (BayLfW 2001) empfohlen, den Hysterese-Bereich auf 5 cm festzulegen. Ein Überlaufereignis beginnt nach dieser Definition, sobald der Wasserspiegel die Oberkante der Überlaufschwelle überschreitet und endet, sobald der Wasserstand den Horizont der Hysterese - also 5 cm unterhalb der Schwelle - wieder unterschreitet.

4 Plausibilitätsprüfung

4.1 Checkliste zur Messdatenprüfung

- Wurde bei der Messwerterfassung eine Hysterese berücksichtigt? Wenn ja, wie groß ist sie?
- Wie wurde bei beweglichen Wehren Beginn und Ende von Überlaufereignissen festgelegt?
- Liegen bei beweglichen Wehren Wasserstands-Klappenstellungs-Abfluss-Beziehungen des Herstellers vor?
- Wurden alle Messdaten als Rohdaten gespeichert, so dass eine nachträgliche Korrektur von möglichen Nullpunktverschiebungen oder geänderten Wasserstands-Abfluss-Beziehungen möglich ist?
- Wurde vor dem Messzeitraum eine Prüfung der Messgeräte durchgeführt, so dass für den Messzeitraum richtige Messwerte gewährleistet werden können?
- Welcher Zeitraum liegt der Auswertung zu Grunde? Ein ganzes Messjahr?
- Liegen für das Einzugsgebiet des Beckens Niederschlagsdaten vor, die den Messzeitraum umfassen?
- Wurden bei der rechnerischen Ermittlung der entlasteten **Mischwassermenge** die Vorgaben der ersten drei Punkte berücksichtigt?
- Wurden zur Ermittlung der **Überlaufdauern** bei der Auswertung der gespeicherten Rohdaten die Vorgaben der ersten drei Punkte berücksichtigt?
- Wurde für die Bestimmung der **Überlaufhäufigkeit** die Anzahl der Tage ermittelt, an denen es zu mindestens einem Überlaufereignis kam? (Beispiel Bild 2: zwei Ereignisse, aber ein Tag!)

4.2 Messdaten

Daten sollten nicht erst im jährlichen Turnus ausgelesen werden, da sonst unter Umständen ein komplettes Messjahr für die Datenauswertung verloren sein kann. Grundsätzlich sollten Messdaten regelmäßig, mindestens monatlich protokolliert und auf Plausibilität geprüft werden. Nur durch den monatlichen Blick auf die aufgezeichneten Daten kann verhindert werden, dass zum Beispiel durch den Ausfall der Wasserstandsmessung oder durch Messfehler für einen längeren Zeitraum keine oder keine brauchbaren Messdaten vorliegen.

Eine einfache Plausibilitätsprüfung zeigt: hat es in einem Monat gar nicht geregnet, so dürfen auch keine Entlastungsereignisse vorkommen. Wenn es andererseits viel geregnet hat, sollte die Überlauf-tätigkeit erhöht sein. Ausnahmefälle sollten nachvollziehbar sein.

Eine genauere Plausibilitätsprüfung der Messdaten kann dadurch vorgenommen werden, dass sie mit den Daten des Vorjahres verglichen werden. Starke Abweichungen sollten qualitativ begründbar sein. Ein Vergleich der Monatsauswertungen in Bezug auf Überlaufdauer, -häufigkeit und Niederschlagsaufzeichnungen ist gleichfalls möglich (siehe Anhang 2). Tageswerte sind sinnvoll, wenn man durch Übereinanderzeichnen den Niederschlag mit der Entlastungstätigkeit vergleichen will.

Liegen **Wasserstands-Ganglinien eines Überlaufereignisses** vor, kann damit direkt geprüft werden, ob die Überlaufdauer für dieses Ereignis richtig erfasst wurde. Man zeichnet in die Ganglinie die Höhenlage der Klär- oder Beckenüberlaufschwelle ein (Bild 2). Der Beginn der Entlastung liegt da, wo der steigende Beckenwasserstand die Schwellenhöhe schneidet. Wurde eine Hysterese vorgesehen, lässt sich dies an der Ganglinie ebenfalls graphisch überprüfen.

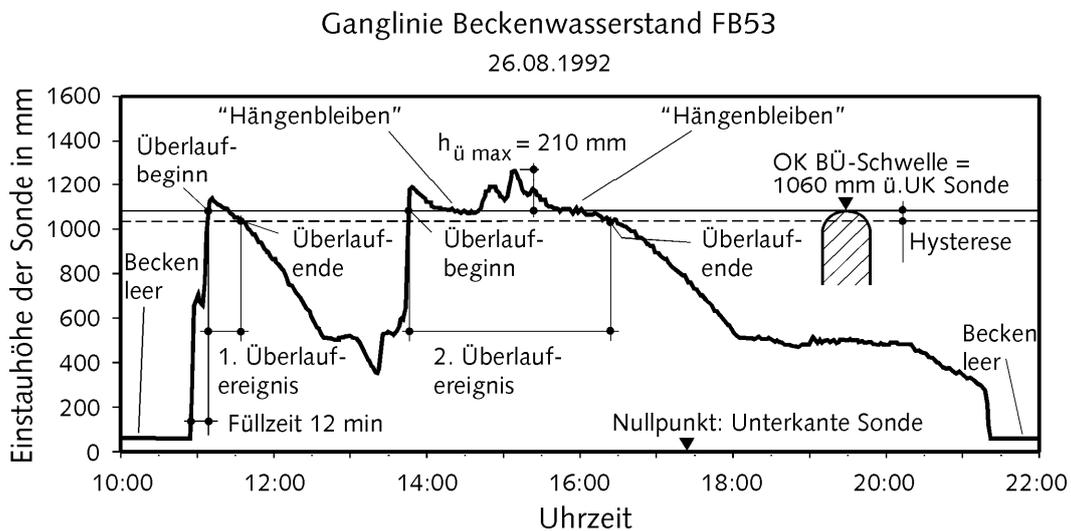


Bild 2: Beispiel für eine Ganglinie mit Überlaufereignissen mit eingezeichneter Hysterese

Ist die Bestimmung von Ereignisanfang und -ende somit plausibel, so kann dies auch für die aufgezeichnete Dauer und Häufigkeit angenommen werden. Die Anwendung dieser Methode ist immer zu empfehlen, wenn Ganglinien zur Verfügung stehen. Bei einem durchschnittlich oft überlaufenden Becken mit ca. 25 - 50 Ereignissen pro Jahr macht diese Methode zwar einige Arbeit, liefert aber aussagekräftige Ergebnisse.

5 Ranking-Verfahren

Sind die Messdaten auf Plausibilität geprüft, können im nächsten Schritt die Jahressummen für Überlaufhäufigkeit und -dauer bewertet werden. Die einfachste Methode vergleicht diese Daten für das untersuchte RÜB mit denjenigen einer Vielzahl anderer Regenüberlaufbecken. Der Vergleich geschieht mit dem so genannten **Ranking-Verfahren**, einer Summenhäufigkeitskurve für die Überlaufhäufigkeit und -dauer vieler untersuchter Regenbecken. Das Ranking-Verfahren ist ein einfaches „Warn- und Entwarnsystem“. Es benötigt und berücksichtigt keine detaillierten Daten über das Regenbecken, das Einzugsgebiet und den Niederschlag im Messzeitraum.

Die Datenbasis für das Ranking sind die in Brombach und Wöhrle (1997) und in Weiß et al. (2005) veröffentlichten Kurven bzw. die hierfür verwendeten Rohdaten. Diese Datenbasis besteht aus mehr als 560 Messjahren an insgesamt 128 Becken in Deutschland. Die Kurven wurden an die hier anzuwendende Überlaufereignisbestimmung mit Hysterese und an das Kriterium „Kalendertage mit Überlauf“ angepasst.

Bild 3 zeigt die resultierenden Ranking-Kurven für die Überlaufhäufigkeit bei Fang- und Durchlaufbecken, Bild 4 die entsprechenden Größen für die Überlaufdauer. Durchlaufbecken liegen in der Regel weiter stromab im Netz als Fangbecken und haben dadurch im Durchschnitt auch längere Einstau- und Überlaufdauern. Die Kurven wurden mit einem Unschärfbereich absichtlich breit gezeichnet, weil die verhältnismäßig geringe Datenbasis eine „scharfe“ Einordnung der Überlaufaktivität eines bestimmten Beckens nicht zulässt.

Die Anwendung dieser Diagramme zur Bewertung eines bestimmten Regenbeckens ist sehr einfach: Man zeichnet in Bild 3 die gemessene Überlaufhäufigkeit in Tagen pro Jahr (d/a) und in Bild 4 die gemessene Überlaufdauer in Stunden pro Jahr (h/a) ein und kann aus der Klasse, in die das Ergebnis fällt, die Entlastungsaktivität ablesen. So lässt sich leicht erkennen, ob das betrachtete Regenbecken, verglichen mit einer Vielzahl anderer Becken, beispielsweise „selten“ und „kurz“ oder aber „sehr häufig“ und „sehr lange“ übergelaufen ist.

In der Regel wird von ganzen Jahren als Messzeitraum ausgegangen. Liegen nur kürzere Zeitintervalle vor, ist es sinnvoller, das ganze Messjahr abzuwarten. Kürzere Perioden sind wenig aussagekräftig. Für eine sehr grobe Einschätzung des Überlaufverhaltens in kürzeren Zeiträumen sind zwei Vorgehensweisen denkbar:

Zum einen könnte man die Überlaufhäufigkeit und -dauer proportional im Verhältnis von Messzeitraum zu Jahresdauer hochrechnen. Zum anderen könnte man die Überlaufhäufigkeit und -dauer proportional zum Verhältnis der im Messzeitraum gefallenen Niederschlagshöhe zur langjährigen, mittleren Jahresniederschlagshöhe hochrechnen. Wegen der unterschiedlichen Niederschlagsverteilung innerhalb eines Jahres (z. B. Starkregenereignisse eher im Sommer) und der vom langjährigen Mittel mehr oder weniger stark abweichenden einzelnen Jahresniederschlagshöhen sind die Ergebnisse beider Methoden unsicher und mit Vorsicht zu interpretieren.

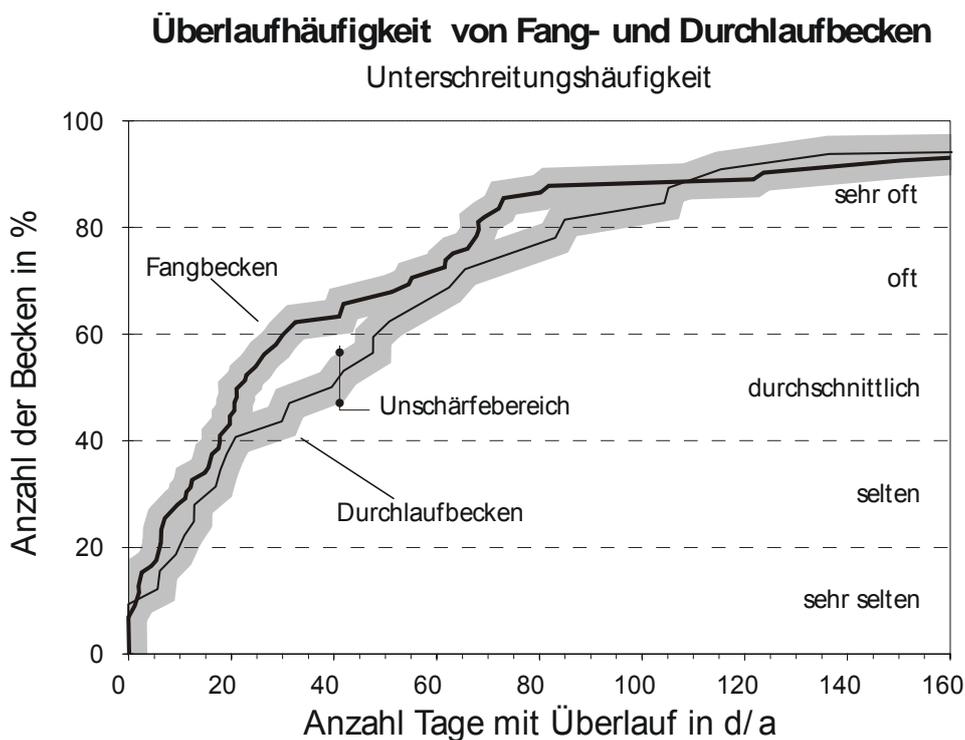


Bild 3: Ranking-Kurve für die Anzahl der Tage mit Überlauf pro Jahr für Fangbecken und Durchlaufbecken (Stand: April 2006)

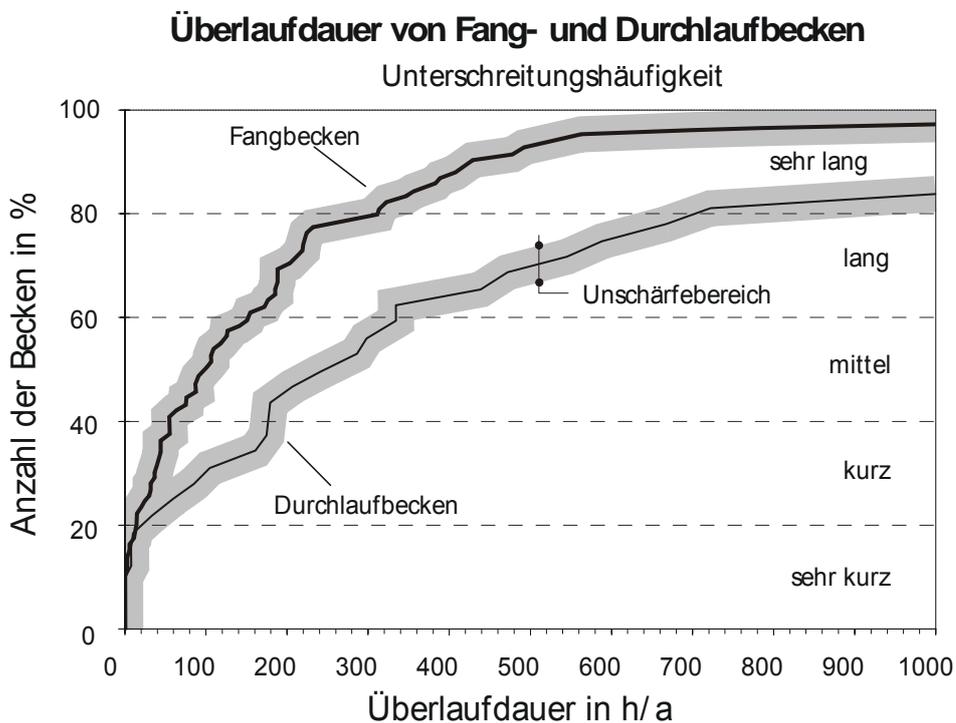


Bild 4: Ranking-Kurve für die Überlaufdauer in Stunden pro Jahr für Fangbecken und Durchlaufbecken (Stand: April 2006)

6 Rechnerisches Schätzverfahren

Das Ranking-Verfahren als ein einfacher und schneller Vergleich des Überlaufverhaltens eines bestimmten Beckens, mit dem Verhalten einer großen Anzahl anderer Becken, kann ohne größere Fachkenntnisse vom Betreiber der Kanalisation durchgeführt werden. Das Entlastungsverhalten eines Regenüberlaufbeckens kann aber auch rechnerisch geschätzt und mit den Messergebnissen verglichen werden. Allerdings erfordert dies vertiefte Fachkenntnisse der Siedlungsentwässerung und einen erheblich höheren Aufwand an Ingenieurarbeit als das Ranking-Verfahren.

Für das rechnerische Schätzverfahren werden Daten über das Einzugsgebiet, das untersuchte Bauwerk und auch über das Niederschlagsgeschehen im Messzeitraum benötigt. Die Definition der wesentlichen Parameter ist in den Blättern ATV-A 128 (1992), ATV-M 177 (2001) und ATV-DVWK-A 198 (2002) zu finden; die Bezeichnungen folgen in der Regel der letztgenannten Quelle.

6.1 Anwendungsbereich

Das Näherungsverfahren benutzt weitgehend die Formeln des A 128. Sein Gültigkeitsbereich entspricht demjenigen des vereinfachten Aufteilungsverfahrens für die Bemessung von Regenüberlaufbecken nach A 128. Zu beachten ist, dass im Einzugsgebiet keine Verzweigungen zu anderen RÜB vorhanden sein dürfen und die Kenngrößen für den **Ist-Zustand im Messzeitraum** zu ermitteln sind. Keinesfalls dürfen Werte eines Prognose-Zustands der Entwässerungsplanung herangezogen werden.

Jedes Becken wird formal als nicht vorentlastet betrachtet, wobei rechnerisch der tatsächliche Drosselabfluss um die Summe der von oben zufließenden Drosselabflüsse der oben liegenden Becken zu vermindern ist (Anhang 1 Gleichung 5). Alle Größen des betrachteten Regenbeckens werden dann nur auf sein direktes, nicht durch oberhalb liegende Becken vorentlastetes, Einzugsgebiet bezogen.

Da es sich um ein Schätzverfahren handelt, ist es zulässig, die nachfolgend genannten Gültigkeitsgrenzen großzügig auszulegen:

- Die Regenabflussspende q_R des Regenüberlaufbeckens (RÜB) sollte zwischen 0,2 l/(s·ha) und 2 l/(s·ha) liegen. Sie ergibt sich aus dem Regenanteil im Drosselabfluss $Q_{R,AM}$ (Q_{r24}) (Anhang 1 Gleichung 5) geteilt durch die jeweilige undurchlässige Fläche A_u aus dem direkten Einzugsgebiet.
- Die Regenabflussspende q_R jedes oberhalb liegenden Regenüberlaufbeckens, dessen Drosselabfluss unmittelbar in das betrachtete RÜB fließt, sollte nicht größer als die 1,2-fache Regenabflussspende q_R des betrachteten RÜB sein.
- Es sollten höchstens 5 RÜB hintereinander geschaltet sein.
- Drosselabflüsse von Regenüberläufen (RÜ) müssen mindestens so groß sein, wie nach A 128 gefordert wird.
- Es sollten maximal 5 Regenüberläufe im Einzugsgebiet des RÜB vorhanden sein.
- Regenrückhaltebecken (also Becken, die sehr selten überlaufen) sollten eine Regenabflussspende $q_R > 5$ l/(s·ha) haben. Ihr Volumen bleibt dann unberücksichtigt.
- Das spezifische Speichervolumen V_s sollte 40 m³/ha nicht überschreiten.

- Zu extreme Werte für die Regenabflussspende q_R und das spezifische Speichervolumen V_s führen dazu, dass das rechnerische Schätzverfahren numerisch nicht mehr anwendbar ist, z. B. wenn bei Anschluss größerer Trenngebiete die errechnete Regenabflussspende q_R negativ wird. In solchen extremen Fällen ist nur eine Plausibilitätsbetrachtung der hydraulischen Auswirkungen möglich.

6.2 Checklisten für Eingangsdaten

Kommt das rechnerische Schätzverfahren in Frage, ist Folgendes zu prüfen:

- Wurde für die Auswertung der Messergebnisse der **im Messzeitraum** angetroffene **Ist-Zustand** im Einzugsgebiet des Regenüberlaufbeckens realistisch erfasst? Keinesfalls dürfen Werte unbesehen aus der Planung künftiger Entwässerungsflächen des **Prognose-Zustands** entnommen werden. Auch wenn in der Planung ein so genannter Ist-Zustand untersucht wurde, handelt es sich in der Regel um einen anderen Zeitraum als den der Messungen.
- Undurchlässige Fläche A_u**
Diese Größe kann in der Regel mit der befestigten Fläche $A_{E,b}$ (früher als A_{red} bezeichnet) gleichgesetzt werden. Die undurchlässige Fläche ist einer der wichtigsten Parameter. Ihre Bestimmung erfordert daher große Sorgfalt. Das Entlastungsverhalten eines Regenbeckens hängt von der **tatsächlich** im Messzeitraum angeschlossenen undurchlässigen Fläche ab. Die Praxis hat gezeigt, dass die undurchlässige Fläche oft überschätzt wird, was rechnerisch zu einer höheren Mischwasserentlastung führt.
- Schmutzwasserabfluss $Q_{S,d,aM}$ (Q_{S24})**
Der Schmutzwasserabfluss als jährliches Mittel der Tagesabflüsse muss unter Ansatz der im Messzeitraum im betrachteten Einzugsgebiet ansässigen Einwohner und des in dieser Zeit **tatsächlichen** Wasserverbrauches ermittelt werden, ohne eingerechnete Zukunftsreserven. Für industrielle Abflüsse sind gleichfalls realistische Annahmen zu treffen. Der Schmutzwasserabfluss $Q_{S,d,aM}$ darf nicht mit der so genannten Jahresschmutzwassermenge aus der Abwasserabgabeerklärung verwechselt werden, denn diese Größe enthält auch noch das Fremdwasser.
- Fremdwasserabfluss Q_F (Q_f)**
Über das Fremdwasser ist die Datenlage häufig weniger gut. Aus den Daten der Eigenkontrolle der Kläranlagen lassen sich zwar oft Fremdwasserabflüsse für den Messzeitraum hochrechnen, jedoch gelten diese für den Standort Kläranlage und müssen dem untersuchten Regenbecken, an dem ja in der Regel nur ein Teil des Einzugsgebietes der Kläranlage angeschlossen ist, richtig zugeordnet werden. Zu beachten ist weiterhin, dass der Fremdwasseranfall meistens einen sehr ausgeprägten Jahresgang hat und im Winter und Frühjahr wesentlich größer (um einige 100 %) als im Sommer und Herbst sein kann. Der Jahresgang kann zum Beispiel mit der Methode des „gleitenden Minimums“ der täglichen Kläranlagenzuflüsse ermittelt werden (siehe ATV-DVWK A 198 Anhang C 1.2). In jedem Fall ist der **Ist-Zustand** im Messzeitraum möglichst realistisch zu erfassen. Ein Jahresgang macht möglicherweise eine Mittelwertbildung erforderlich.
- Fließzeit t_f**
Die Fließzeit kann nach A 128 näherungsweise aus dem längsten Fließweg im Kanalnetz bei Vollfüllung berechnet werden.

- **Speichervolumen V**
Das vorhandene **Beckenvolumen** muss an Hand eines **aktuellen** Bestandsplanes nachgeprüft werden. Nachträgliche Änderungen können sich z.B. durch das Erhöhen von Wehrschwellen ergeben haben. Das bei Beckenfüllung oberhalb eingestaute **Kanalvolumen** muss in voller Größe zum Beckenvolumen hinzuaddiert werden, weil es die Überlaufdauer verringert.
- **Drosselabfluss Q_{Dr} (Q_m, Q_d)**
In der Regel liegt dem Betreiber eine Spezifikation des eingebauten Drosselorgans vor, aus der der Drosselabfluss entnommen werden kann. Bei Drosseln mit mechanisch bewegten Teilen oder mit elektrischer Ansteuerung ist jedoch nicht immer gewährleistet, dass der Nennabfluss auch auf Dauer eingehalten wird. Bei unplausiblen Messdaten ist dies zu prüfen. Der Drosselabfluss von **Rohrdrosseln** ist für den Wasserstand im Becken auf Höhe der niedrigsten Überlaufschwelle durch eine sorgfältige stationäre hydraulische Berechnung an Hand der Bestandsdaten der Drosselstrecke zu ermitteln.
- **Niederschlagsdaten im Messzeitraum**
Es ist unbedingt erforderlich, die gesamte Niederschlagshöhe im Messzeitraum zu kennen. In der Regel gibt es auf der Kläranlage einen Regenmesser. Gibt es bei großen Einzugsgebieten am RÜB näher liegende Regenstationen, sollten deren Daten ebenfalls herangezogen werden.
- **Vorentlastungen**
Eine wichtige Rolle für das Entlastungsverhalten eines Beckens spielen mögliche Vorentlastungsbauwerke, deren Drosselabflüsse in das untersuchte Becken fließen. Weichen die Regenabflussspenden hintereinander geschalteter Regenbecken stark voneinander ab, so ist das Entlastungsverhalten des unteren Beckens ein anderes, als wenn bei gleich großem Regenbecken und gleichem direkten Einzugsgebiet keine Vorentlastungen vorhanden wären. **Regenüberläufe** als Vorentlastungen können in aller Regel vernachlässigt werden, weil diese nur bei Regen beträchtlicher Stärke anspringen.

6.3 Entlastungsgrößen

Wurden die Ist-Zustands-Daten über Einzugsgebiet, Bauwerk und Niederschlagsgeschehen im Messzeitraum entsprechend Kap. 6.2 sorgfältig erhoben und trifft der Anwendungsbereich nach Kap. 6.1 zu, so kann die Berechnung mit den Formeln für das rechnerische Schätzverfahren nach Anhang 1 durchgeführt werden.

Entlastetes Mischwasservolumen

In Abweichung von A 128 wird eine Formel für die Entlastungsrate verwendet, die als Ergänzung zum langjährigen mittleren Jahresniederschlag einen zusätzlichen Term für die Größe der im Messzeitraum tatsächlich festgestellten Jahresniederschlagshöhe enthält (Meißner 1991).

Entlastungsdauer

Aus den Formeln des A 128 kann eine Bestimmungsgleichung für die mittlere jährliche Entlastungsdauer in Stunden pro Jahr (h/a) hergeleitet werden. Eine mögliche Hysterese bei der Messung der Überlaufereignisse ist dabei zu berücksichtigen.

Entlastungshäufigkeit

Die Entlastungshäufigkeit, definiert als Anzahl der Tage im Jahr mit mindestens einer Entlastung (d/a), lässt sich aus den bisher bekannten Formeln des A 128 nicht direkt herleiten. Die Untersuchung zeigte jedoch, dass man die mittlere Entlastungshäufigkeit aus der mittleren jährlichen Entlastungsdauer abschätzen kann. (Anhang 1, Gleichung 9).

7 Wertung der Ergebnisse

7.1 Einstufung

Mit dem Ranking-Verfahren nach Kap. 5 wird mit Hilfe der Messergebnisse festgestellt, ob das Becken stark, normal oder schwach entlastet. Aus einem Vergleich zwischen den Messergebnissen und den rechnerisch geschätzten Entlastungskenngrößen nach Kap. 6 lässt sich für jedes untersuchte Becken ebenfalls ein Einordnungsraster aufstellen (Tabelle 1). Die Differenzen zwischen Messwerten und Schätzwerten werden nach Anhang 1 Gleichung 10 errechnet.

Tabelle 1 Abweichung der gemessenen von der errechneten Entlastungskenngröße und deren Einstufung.

Differenz zwischen Messwert und Rechenwert, bezogen auf den Rechenwert	Gemessenes Entlastungsverhalten im Verhältnis zum rechnerischen Schätzergebnis		
	Überlaufhäufigkeit	Überlaufdauer	Überlaufvolumen
größer als + 100 %	sehr oft	sehr lang	sehr groß
zwischen + 50 und + 100 %	oft	lang	groß
zwischen – 50 und + 50 %	plausibel	plausibel	plausibel
zwischen – 50 und – 80 %	selten	kurz	gering
kleiner als – 80 %	sehr selten	sehr kurz	sehr gering

Die Einstufung der Überlaufaktivität eines Regenbeckens sowohl nach dem Ranking-Verfahren als auch nach dem rechnerischen Schätzverfahren zeigt zwangsläufig nur einen groben Einblick in das Überlauf- und Betriebsverhalten. Dennoch geben die Ergebnisse wichtige Hinweise auf mögliche Mängel im Kanalisationssystem, die beseitigt werden können oder sogar müssen.

7.2 mögliche Ursachen und Konsequenzen

Aus der Einstufung der Messdaten

- entweder entsprechend den Bildern 3 und 4 des Ranking-Verfahrens (Kap. 5), oder
- entsprechend Tabelle 1 als Ergebnis des rechnerischen Schätzverfahrens (Kap. 6)

können sich Konsequenzen für den Betrieb ergeben. In jedem Fall ist es notwendig, den möglichen Ursachen für ein auffälliges Entlastungsverhalten eines Regenbeckens nachzugehen.

Auch wenn die Messeinrichtung bereits geprüft wurde, kann z. B. immer eine nachträgliche Verstellung des Nullpunktes oder ein Defekt am Messgerät vorliegen. Häufig stammen die betrachteten Messdaten auch aus der Zeit vor der Prüfung der Messeinrichtung. Wurde bei der Prüfung die Messeinrichtung neu kalibriert, dann lassen sich alte Daten nicht immer umrechnen. Folgende Hinweise dienen der Ermittlung weiterer Ursachen und Konsequenzen.

Überlaufhäufigkeit, Überlaufdauer oder Überlaufvolumen sind:

- **Sehr selten, sehr kurz oder sehr gering**

Mögliche Ursachen

- Es lag ein sehr niederschlagsarmer Messzeitraum vor. Dies lässt sich an Hand von Niederschlagsaufzeichnungen der Messperiode erkennen. Das Risiko, in einer solchen Periode gemessen zu haben, ist bei sehr kurzen Messzeiträumen von unter einem Jahr besonders hoch. Die Untersuchung ist dann natürlich nicht aussagekräftig. In diesem Fall empfiehlt es sich, eine längere Messzeit anzuschließen, bevor ein erneuter Versuch einer Bewertung durchgeführt wird.
- Das Einzugsgebiet ist noch nicht vollständig bebaut, das Becken aber bereits für einen Endausbauzustand ausgelegt.
- Ein angeschlossenes Baugebiet wurde nicht, wie zur Zeit der Beckenplanung angenommen, im Misch-, sondern im Trennsystem ausgeführt.
- Teile angeschlossener Baugebiete wurden nachträglich „entsiegelt“, das heißt dass die Niederschlagsabflüsse in das Mischwassernetz durch Versickerungsmaßnahmen spürbar reduziert wurden.
- Das Becken ist spezifisch sehr groß, etwa weil in die Bemessung hohe Sicherheiten eingerechnet wurden und die Abflüsse und Flächen aus der Prognose-Kanalnetzberechnung übernommen wurden, obwohl sie in Wirklichkeit viel kleiner sind.
- Der Drosselabfluss ist zu groß: entweder aus vorstehend genannten Gründen oder aufgrund unzureichender Wartung des Drosselorgans. Oder es liegen Rohrdrosseln mit rechnerisch unklaren hydraulischen Verhältnissen vor.
- Ein Industriegebiet liefert weit weniger Abwasser als prognostiziert.
- Der Fremdwasseranfall ist geringer, als in der Planung angenommen.

Konsequenzen

Die Ursache für die schwache Überlaufaktivität sollte ermittelt werden. Voraussetzungsgemäß wurde die Messeinrichtung bereits überprüft, falls nicht, ist dies nachzuholen. Es muss sichergestellt sein, dass die Messdaten korrekt sind. Weiterhin sind die angesetzten Becken- und Einzugsgebietskennzahlen für den Bestand kritisch zu überprüfen, um die Datengrundlage für künftige Vergleiche zu verbessern. Auch die Drosseleinrichtung sollte überprüft werden. Weitere Maßnahmen sind jedoch nicht erforderlich.

- **Selten, kurz oder gering**

Das Becken hat Leistungsreserven. Besondere Maßnahmen sind nicht erforderlich.

- **Durchschnittlich, mittel oder plausibel**

Besondere Maßnahmen sind nicht erforderlich.

- **Oft, lang oder groß**

Die Ursache für die stärkere Überlaufaktivität sollte ermittelt werden. Auch hier sind - falls noch nicht durchgeführt - die Messeinrichtungen und der eingestellte Drosselabfluss zu prüfen. Ebenso sind die angesetzten Becken- und Einzugsgebietenkennzahlen für den Ist-Zustand zu hinterfragen. Eine häufige Ursache für **scheinbar** starke Entlastungsaktivität kann ein Rückstau bei Hochwasser sein.

- **Sehr oft, sehr lang oder sehr groß**

Mögliche Ursachen

- Es lag ein sehr niederschlagsreicher Messzeitraum vor (siehe oben unter „Sehr selten, sehr kurz oder sehr gering“).
- Kann Rückstau durch Hochwassereinfluss auf die Entlastungsschwelle sicher ausgeschlossen werden? Viele Becken in Gewässernähe haben dieses Problem. Die Forderung nach A 128, dass Entlastungsschwellen für das 10-jährliche Ereignis hochwasserfrei liegen sollen, wird in der Praxis nur selten eingehalten. Regenbecken, die extrem häufig und lange hochwasserbeeinflusst sind, benötigen zuverlässige Rückstausicherungen, um ein lang dauerndes Befüllen des Beckens mit Wasser aus dem Vorflutgewässer zu vermeiden. Im ungünstigen Fall wäre das RÜB zeitweise ständig gefüllt, könnte bei Regenereignissen kein Mischwasser mehr speichern und käme seiner Funktion für den Gewässerschutz nicht ausreichend nach.
- Kleine oder rechnerisch negative Regenabflussspenden q_R von deutlich weniger als $0,4 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ lassen auf häufiges, langes Überlaufen schließen (typisch für Durchlaufbecken unmittelbar vor der Kläranlage mit mehreren oben liegenden Becken). Nur bei sehr großem spezifischen Volumen $V_s = 30 - 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ (immer bezogen auf das direkte Einzugsgebiet) wird diese Tendenz kompensiert.
- Geplante oberhalb liegende Regenbecken sind noch nicht gebaut, das betrachtete Regenbecken bedient also de facto ein zu großes Einzugsgebiet.
- Vorhandene, oben liegende Becken leiten verhältnismäßig große Drosselabflüsse in das betrachtete Regenbecken weiter. Die Summe der zufließenden Drosselabflüsse ist unter Umständen deutlich größer, als der Drosselabfluss des untersuchten Regenbeckens. In bestimmten Fällen kann dies allerdings beabsichtigt sein, zum Beispiel, wenn oben liegende Becken in besonders schützenswerte Gewässer entlasten. Wird hier der Drosselabfluss erhöht, entlasten diese Becken seltener, kürzer und weniger.
- Der Fremdwasserzufluss war extrem hoch und/oder lang andauernd. Ein mögliches Indiz hierfür ist, dass das zu häufige Überlaufen vorzugsweise im Winter und Frühjahr, nicht aber im Sommer und Herbst auftritt. Im Extremfall kann es vorkommen, dass Regenbecken in der feuchten Jahreszeit wochenlang nicht leer laufen, weil der Fremdwasserzufluss größer als der Drosselabfluss ist. Dieses Problem ist den Betreibern zumeist bekannt.

- Der Drosselabfluss ist in Folge falsch eingestellter, unzureichend gewarteter oder aber rückstaubehafteter(!) Drossel zu klein.
- Das Becken hat ein spezifisch sehr kleines Beckenvolumen, etwa weil der geplante Endausbauzustand eine Beckenvergrößerung vorsieht, die noch nicht realisiert wurde.
- Das Becken wird in besonderer Weise betrieben, etwa durch Öffnen eines Motorschiebers oder durch Einschalten von Entleerungspumpen erst nach Beendigung des Regens (so genanntes Nullabflussbecken). In diesem Fall bleibt der Wasserstand lange auf Höhe der Überlaufschwelle; die Definition des Überlaufereignisses mit 5 cm Hysterese unterhalb der Schwellenoberkante ergibt dann eine zu lange Entladungsdauer.

Konsequenzen

Bei sehr häufiger, sehr langer oder sehr großer Mischwasserentlastung ist möglicherweise die Gefahr einer Gewässerschädigung durch stoffliche oder hydraulische Überlastung gegeben; das Becken ist auffällig. Deshalb muss **unverzüglich die Ursache** für die sehr starke Entlastungsaktivität herausgefunden werden. Weitere Maßnahmen zur Verbesserung des unbefriedigenden Verhaltens des Beckens müssen sich je nach der festgestellten Ursache anschließen. Um eine akute Gewässerschädigung zu unterbinden, können unter Umständen unverzügliche Planungs- und Korrekturmaßnahmen notwendig sein.

8 Literatur

- ATV-A 128 (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Arbeitsblatt A 128 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. Hennef: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- ATV-DVWK-A 198 (2003): Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen. Arbeitsblatt A 198. Hennef: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- ATV-DVWK-M 177 (2001): Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, Erläuterungen und Beispiele. Merkblatt M 177 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. Hennef: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- EÜV (1995): Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung - EÜV) vom 20.9.1995. In: Kläranlagen-Nachbarschaften, Sonderdruck Eigenüberwachung von Abwasseranlagen, Stand Juni 1996. Hrsg.: ATV-Landesgruppe Bayern. München: Hirthammer
- BayLfW (2001): Planung, Bau und Betrieb von Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken. Praxisratgeber. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft http://www.lfu.bayern.de/wasser/mischwasserentlastungsanlagen/abwasser_regenbecken/doc/messeinrichtungen.pdf
- Brombach, H., Wöhrle, Ch (1997): Gemessene Entlastungsaktivität von Regenüberlaufbecken. Korrespondenz Abwasser, 44. Jhg., Heft 1, S. 44-66
- Meißner, E. (1991): Abschätzung der mittleren Jahresschmutzfracht aus Mischwasserentlastungen. Wasser-Abwasser-Abfall, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft, Universität Gesamthochschule Kassel, Heft 7, S. 69-76
- Weiß, G., Brombach, H., Wöhrle, Ch. (2005): Monitoring of combined sewer overflow tanks: Results of 500 years of measurement records. 10th International Conference on Urban Drainage, Kopenhagen, 21.-26.08.2005.

Anhang 1

Formeln für das rechnerische Schätzverfahren

Formeln für das rechnerische Schätzverfahren

Für das rechnerische Schätzverfahren werden Daten über das Einzugsgebiet, das untersuchte Bauwerk und über das Niederschlagsgeschehen im Messzeitraum benötigt (siehe Kap. 6). Trifft der Anwendungsbereich nach Kap. 6.1 zu und wurden die Ist-Zustands-Daten im Messzeitraum entsprechend Kap. 6.2 sorgfältig erhoben, so kann die Berechnung mit dem rechnerischen Schätzverfahren durchgeführt werden.

Entlastetes Mischwasservolumen VQ_E

VQ_E am Regenüberlaufbecken jährlich im Mittel entlastetes Volumen in [m³/a]

$$H_1 = \frac{4000 + 25 \cdot q_R}{0,551 + q_R} \quad (1)$$

$$H_2 = \frac{36,8 + 13,5 \cdot q_R}{0,5 + q_R} \quad (2)$$

$$e = \frac{H_1}{V_s + H_2} - 6 + \frac{h_{Na} - 800}{40} \quad (3)$$

$$VQ_E = 0,65 \cdot h_{Na} \cdot A_u \cdot e \cdot 0,1 \quad (4)$$

mit

q_R Regenabflussspende des direkten Einzugsgebietes im **Ist-Zustand** in [l/(s·ha)]

V_s spezifisches Volumen des Regenüberlaufbeckens im **Ist-Zustand** in [m³/ha]

h_{Na} Jahresniederschlagshöhe im **Messzeitraum** in [mm/a]

A_u undurchlässige Fläche des direkten Einzugsgebietes im **Ist-Zustand**¹ in [ha]

e tatsächliche Entlastungsrate nach Gl. (2) und (3) in [%]

0,65 pauschaler Jahresabflussbeiwert (abflusswirksamer Anteils des Niederschlags)

0,1 Umrechnungsfaktor in die Dimension [m³/a]

¹ Zum direkten Einzugsgebiet gehören die Flächen, die zwischen dem RÜB und allen oberhalb liegenden RÜB liegen. Regenüberläufe und Regenrückhalteräume, die dem Anwendungsbereich nach Kap. 6.1 entsprechen, bleiben bei der Ermittlung des direkten Einzugsgebietes unbeachtet.

Entlastungsdauer T_E

T_E mittlere jährliche Entlastungsdauer in [h/a]

$$Q_{R,aM} = Q_M - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr} - \sum_i Q_{Dr,i} \quad (5)$$

$$a_F = 0,5 + \frac{50}{t_F + 100} \quad (6)$$

$$Q_{R,E} = a_F \cdot (3,0 A_u + 3,2 Q_{R,aM}) \quad (7)$$

$$T_E = a \cdot \frac{VQ_e}{3,6 (Q_{R,E} - Q_{R,aM})} \quad (8)$$

mit

$Q_{R,aM}$	Regenanteil des direkten Einzugsgebietes im Drosselabfluss im Tagesmittel	in [l/s]
Q_M	Drosselabfluss des RÜB (Mischwasserabfluss in Richtung Kläranlage)	in [l/s]
$Q_{T,aM}$	Trockenwetterabfluss im direkten Einzugsgebiet im Tagesmittel	in [l/s]
$Q_{R,Tr}$	angenommener Regenabfluss aus Trenngebieten im direkten Einzugsgebiet	in [l/s]
$\sum Q_{Dr,i}$	Summe der dem betreffenden Becken von oben zugeleiteten Drosselabflüsse	in [l/s]
$Q_{R,E}$	mittlerer Entlastungszufluss zum Becken, der zu einer Entlastung führt	in [l/s]
A_u	undurchlässige Fläche des direkten Einzugsgebietes im Ist-Zustand	in [ha]
a_F	dimensionsloser Fließzeitabminderungsfaktor des Regenabflusses	
t_F	Fließzeit (kann abweichend von A 128 auch länger als 30 min sein!)	in [min]
a	dimensionsloser Korrekturfaktor für eine Hysterese ²	
VQ_E	am Regenüberlaufbecken jährlich im Mittel entlastetes Volumen	in [m ³ /a]

Entlastungshäufigkeit n_E

n_E Entlastungshäufigkeit (Anzahl der Kalendertage mit Entlastung pro Jahr) in [d/a]

$$n_E = C \cdot T_E \quad (9)$$

mit

C	Korrelationsfaktor	in [d/h]
	$C = 0,27$ d/h - bei 5 cm Hysterese	
	$C = 0,30$ d/h - ohne Hysterese	
T_E	mittlere jährliche Entlastungsdauer	in [h/a]

² Der Korrekturfaktor a beträgt bei einer Hysterese von 5 cm unterhalb der Überfallschwelle $a = 1,09$. Wird bei der Erkennung eines Regenereignisses keine Hysterese berücksichtigt, etwa bei älteren Wasserstandsmesseinrichtungen, ist $a = 1,0$ zu setzen.

Einordnungsraster

Das rechnerische Schätzverfahren berücksichtigt bei der Ermittlung der Entlastungskenngrößen Häufigkeit, Dauer und Volumen die wesentlichen hydrologischen Effekte zumindest näherungsweise. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass die Abweichungen der Messdaten vom rechnerisch geschätzten Wert und die zur Einteilung verwendete Klassenbreite nicht übermäßig groß sind. Die Abweichung ΔX in % der Größe X , bei der es sich wahlweise um das Jahresentlastungsvolumen VQ_E in m^3/a , die jährliche Entlastungsdauer T_E in h/a oder die Entlastungshäufigkeit n_E in d/a handeln kann, wird wie folgt berechnet:

ΔX Differenz zwischen Messwert und Rechenwert bezogen auf den Rechenwert in [%]

$$\Delta X = \frac{X_{\text{Messwert}} - X_{\text{Rechenwert}}}{X_{\text{Rechenwert}}} \cdot 100 \quad (10)$$

Die errechneten Abweichungen ΔX der einzelnen Entlastungskenngrößen ermöglichen eine Einordnung des untersuchten Regenüberlaufbeckens als ein Becken mit geringer, plausibler oder starker Entlastungsaktivität (siehe Tabelle 1 in Kap. 7.1).

Anhang 2

Formblätter für Monats- und Jahresberichte

Überlaufdaten von Regenbecken*)

Jahresübersicht 20

Unternehmensträger: _____ Beckenvolumen: _____ m³
 Beckenname: _____ davon angerechnet. Kanalvolumen: _____ m³
 Beckenart: FB DB SKO SKU VB Einzugsgebiet (A₀): _____ ha
 Messeinrichtungen überprüft am: _____ Drosselabfluss (Q_{Dr}): _____ l/s

Monat	Niederschlag		Beckeneinstau		Überlaufdauer		Überlaufhäufigkeit		Überlaufvolumen		
	mm	h:min	Dauer	Tage mit Einstau	Klärüberlauf	Beckenüberlauf	Klärüberlauf	Beckenüberlauf	Klärüberlauf	Beckenüberlauf	Summe Klär- u. Beckenüberlauf
			n	n	h:min	h:min	n	n	m ³	m ³	m ³
Januar											
Februar											
März											
April											
Mai											
Juni											
Juli											
August											
September											
Oktober											
November											
Dezember											
Summe:											

Hinweise: _____

Bearbeiter: _____

Ort, Datum: _____

Unterschrift: _____

*) Definitionen entsprechend Praxistratgeber "Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken" (BayLf, FW 2001) bzw. DWA-Merk- und Arbeitsblätter

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Telefon: (08 21) 90 71-0

Telefax: (08 21) 90 71-55 56

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

Ref. 66 / Schwinger

Stand:

17.07.2012