

# DWA- Regelwerk

## **Arbeitsblatt DWA-A 166**

### **Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung**

November 2013



# DWA- Regelwerk



## **Arbeitsblatt DWA-A 166**

### **Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung**

November 2013



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

## Impressum

### Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

### Satz:

DWA

### Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

### ISBN:

978-3-942964-50-0

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2013

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Im November 1999 erschien erstmals das Arbeitsblatt ATV-A 166 über die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Diese Ausgabe wird mit der nunmehr vorliegenden Fassung aktualisiert. Es erfolgte eine Anpassung an zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen hinsichtlich des DWA-Regelwerks, der DIN-Normen, Unfallverhütungsvorschriften, Gesetze und Verordnungen. Die Grundstruktur der Ausgabe 1999 wird beibehalten. Ausführlich wird nunmehr auf die Thematik der Genauigkeit von Drosselabflüssen und Messungen an Regenbecken sowie zu Funktionsprüfung und Probetrieb der maschinellen und elektrotechnischen Ausrüstung eingegangen. Die Hälfte der bestehenden Regenwasserbehandlung hat ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht. Neu aufgenommen wurden deshalb Aussagen zur Ertüchtigung bestehender Regenbecken, die in Zukunft gegenüber Neubauten an Bedeutung gewinnen wird. Die vorliegende Ausarbeitung gibt Auftraggebern, Planern und Aufsichtsbehörden Hilfestellung bei der konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Regenbecken der Mischwasser- und Regenwasserbehandlung sowie -rückhaltung.

### Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DWA-A 166 (Entwurf 11/2010)

Arbeitsblatt ATV-A 166 (11/1999)

## Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe 3.4 „Gestaltung von Regenbecken“ im DWA-Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BRAUNSCHMIDT, Stefan	Dipl.-Ing., München
BROMBACH, Hansjörg	Prof. Dr.-Ing. habil., Bad Mergentheim
BRUNNER, Paul Georg	Prof. Dr.-Ing., Karlsruhe (Sprecher)
BÜRCEL, Bernd	Dipl.-Ing., Mettmann
DITTMER, Ulrich	Dr.-Ing., Stuttgart
GRIESER, Bernd	Dipl.-Ing. (FH), Bretzfeld
HAAS, Ulrich	Dipl.-Ing., Stuttgart
HENRICH, Wolfgang	Dipl.-Ing., Pforzheim
ROTH, Hartmut	Dipl.-Ing. (FH), Karlsruhe
SCHWARZ, Christian	Dipl.-Ing. (FH), Essen
SUNDERMANN, Christiane	Dipl.-Ing. (FH), Dortmund
TREUSCH, Dietmar	Dipl.-Ing., Wiesbaden

Als Gäste haben mitgewirkt:

DETTMAR, Joachim	Dr.-Ing., Düsseldorf
KASTING, Ulrich	Dr.-Ing., Hannover

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BERGER, Christian	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-------------------	--

# Inhalt

Vorwort .....	3
Verfasser .....	3
Bilderverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis.....	8
Benutzerhinweis.....	9
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>9</b>
1.1 Zielsetzung.....	9
1.2 Geltungsbereich .....	9
<b>2 Verweisungen.....</b>	<b>10</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>11</b>
3.1 Definitionen für Bauwerke und bauliche Komponenten.....	11
3.2 Kurzzeichen .....	14
3.3 Abkürzungen.....	16
<b>4 Planungsvorgaben.....</b>	<b>18</b>
<b>5 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung.....</b>	<b>19</b>
5.1 Generelle Unterscheidungsmerkmale von Regenbecken.....	19
5.2 Regenüberlaufbecken (RÜB).....	21
5.2.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenüberlaufbecken.....	21
5.2.2 Fangbecken (FB).....	22
5.2.3 Durchlaufbecken (DB) .....	23
5.2.4 Verbundbecken (VB).....	23
5.3 Stauraumkanäle (SK) mit Entlastung.....	24
5.3.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Stauraumkanälen.....	24
5.3.2 Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung (SKO) .....	25
5.3.3 Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung (SKU).....	25
5.3.4 Stauraumkanäle mit zwischenliegender Entlastung (SKZ) .....	26
5.3.5 Stauraumkanäle als Kaskade (SKK).....	26
5.4 Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA).....	27
5.5 Regenrückhalteanlagen (RRA).....	28
5.5.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenrückhalteanlagen.....	28
5.5.2 Regenrückhaltebecken (RRB) .....	29
5.5.3 Regenrückhaltekanäle (RRK) .....	30
5.5.4 Regenrückhaltegräben (RRG) .....	31
5.6 Regenklärbecken (RKB) .....	32
5.6.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenklärbecken.....	32
5.6.2 Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKBoD) .....	32
5.6.3 Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD).....	33
<b>6 Beckenstandort, -anordnung und -ausbildung, Infrastruktur und Emissionen .....</b>	<b>34</b>
6.1 Beckenstandort .....	34
6.2 Beckenanordnung .....	34
6.3 Beckenausbildung .....	35

6.3.1	Offene Becken – geschlossene Becken .....	35
6.3.2	Erdbecken – Massivbecken .....	35
6.4	Infrastruktur .....	35
6.5	Emissionen .....	36
<b>7</b>	<b>Gestaltung von Massivbecken als Regenüberlaufbecken und Regenklärbecken .....</b>	<b>37</b>
7.1	Rechteckbecken als Regenüberlaufbecken im Mischsystem .....	37
7.1.1	Rechteckbecken als Fangbecken .....	37
7.1.2	Rechteckbecken als Durchlaufbecken .....	37
7.2	Rechteckbecken als Regenklärbecken im Trennsystem .....	40
7.3	Rundbecken als Regenüberlaufbecken im Mischsystem .....	40
7.3.1	Tangential angeströmte Rundbecken als Fangbecken .....	40
7.3.2	Tangential angeströmte Rundbecken als Durchlaufbecken .....	42
7.4	Rundbecken als Regenklärbecken im Trennsystem .....	44
7.5	Massive Regenbecken mit unregelmäßigem Grundriss .....	44
7.6	Ergänzende Hinweise zur Gestaltung von Massivbecken .....	45
<b>8</b>	<b>Bauwerkskomponenten .....</b>	<b>45</b>
8.1	Feste Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung .....	45
8.1.1	Grundsätzliche Planungshinweise .....	45
8.1.2	Feste Wehre .....	45
8.1.3	Beckenüberläufe (BÜ) .....	45
8.1.4	Ungedrosselte Klärüberläufe (KÜ) .....	46
8.1.5	Gedrosselte Klärüberläufe (KÜ) .....	46
8.1.6	Stauraumüberläufe (SÜ) .....	46
8.1.7	Notüberläufe (NÜ) .....	47
8.1.8	Trennbauwerke (TB) .....	47
8.2	Drosselbauwerke (DBw) .....	47
8.3	Zulaufkanäle mit Schachtbauwerken (ZK) .....	48
8.4	Ablaufkanäle (AK) .....	48
8.5	Entlastungskanäle (EK), Entlastungsgräben (EG) .....	49
8.6	Auslaufbauwerke (ABw) .....	49
8.7	Geschiebeschächte (GS) .....	49
<b>9</b>	<b>Maschinentechnische Ausrüstung .....</b>	<b>49</b>
9.1	Wechselwirkungen bei der maschinentechnischen Ausrüstung von Regenbecken .....	49
9.2	Explosionsschutz .....	49
9.3	Anlagen zur Abflussbegrenzung .....	50
9.3.1	Klassifikation von Drosselorganen .....	50
9.3.2	Genauigkeit von Drosselorganen .....	51
9.3.3	Sonstige Anforderungen an Drosselorgane mit Zubehör .....	52
9.3.4	Gedrosselte Klärüberläufe zur Abflussbegrenzung .....	53
9.4	Technische Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung .....	53
9.4.1	Allgemeine Planungshinweise .....	53
9.4.2	Selbstregulierende Entlastungsorgane .....	54
9.4.3	Heberwehre .....	54
9.5	Reinigungseinrichtungen in Massivbecken .....	54
9.5.1	Allgemeine Hinweise .....	54
9.5.2	Schwallspüleinrichtungen .....	54
9.5.3	Strömungserzeuger .....	55

9.5.4	Sonstige Reinigungseinrichtungen .....	56
9.6	Rückhaltung unästhetischer organischer Grobstoffe.....	56
9.7	Tauchwände zur Rückhaltung von Schwimmstoffen an Stauraumüberläufen .....	57
9.8	Rückstausicherungen .....	58
9.9	Pumpen.....	58
<b>10</b>	<b>Elektrotechnische Ausrüstung .....</b>	<b>58</b>
10.1	Messtechnik .....	58
10.1.1	Erfordernis von Messungen.....	58
10.1.2	Arten und Aufgaben von Messungen.....	58
10.1.3	Anforderungen an Messungen.....	59
10.1.4	Planung von Messstellen .....	60
10.1.5	Messsignale, Messintervalle .....	60
10.2	Steuerungs- und Regelungstechnik .....	60
10.2.1	Steuerungen.....	60
10.2.2	Regelungen.....	61
10.3	Elektrische Schaltanlagen .....	61
10.4	Stromversorgung, Zählerplatzausrüstung und Explosionsschutz .....	62
10.5	Störmeldungen, Fernüberwachungs- und Fernwirkeinrichtungen .....	62
10.6	Erfassung und Archivierung von Messdaten.....	63
<b>11</b>	<b>Ertüchtigung bestehender Regenbecken.....</b>	<b>63</b>
11.1	Veranlassung einer Ertüchtigung von Regenbecken .....	63
11.2	Sanierung der Bausubstanz .....	64
11.3	Anpassung an die aktuelle Volumenberechnung .....	64
11.3.1	Folgen der Volumenberechnung .....	64
11.3.2	Volumenerweiterung.....	64
11.3.3	Änderung der Volumenströme .....	64
11.3.4	Änderung der Beckenanordnung.....	65
11.3.5	Anpassung der Beckenart.....	65
11.4	Hydraulische Anpassung oder Erneuerung des Drosselorgans.....	65
11.5	Verbesserung der Beckengestaltung von Durchlaufbecken.....	65
11.6	Verbesserung der Betriebsverhältnisse .....	65
11.7	Nachrüstung für den Rückhalt von organischen Grobstoffen und Schwimmstoffen .....	66
11.7.1	Rückhaltung organischer Grobstoffe.....	66
11.7.2	Rückhaltung von Schwimmstoffen .....	66
11.8	Ertüchtigung der Beckenreinigung.....	66
11.9	Nachrüstung mit einem Geschiebeschacht .....	66
11.10	Sanierung der elektrischen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (EMSR-Technik) .....	66
11.11	Installation einer Fernwirkanlage.....	66
11.12	Anpassung an die Unfallverhütungsvorschriften oder an die Arbeitssicherheitsvorschriften.....	67
<b>12</b>	<b>Hydraulische Nachweise .....</b>	<b>67</b>
<b>13</b>	<b>Betriebliche Gesichtspunkte bei der Planung .....</b>	<b>71</b>
13.1	Risiko- und Notfallbetrachtung .....	71
13.2	Betriebsanweisung .....	71
13.3	Funktionsprüfung und Probetrieb.....	72
13.3.1	Allgemeine Hinweise.....	72
13.3.2	Funktionsprüfung.....	72

13.3.3	Probetrieb .....	73
13.4	Wartung der maschinellen und elektrotechnischen Ausrüstung .....	73
13.5	Sicherheitsvorschriften.....	73
<b>14</b>	<b>Kostendämpfende Maßnahmen bei der Konstruktion von Regenbecken .....</b>	<b>74</b>
14.1	Allgemeines .....	74
14.2	Einsparmöglichkeiten bei Anordnung auf dem Grundstück.....	74
14.3	Einsparmöglichkeiten bei Bauweise und Kubatur .....	74
14.4	Einsparmöglichkeiten bei Ausrüstungen und Ausstattungen .....	75
<b>Recht</b>	.....	<b>76</b>
<b>Technische Regeln</b>	.....	<b>76</b>
DIN-Normen .....		76
DWA-Regelwerk.....		76
Sonstige technische Regeln .....		77
<b>Sicherheitsvorschriften</b> .....		<b>77</b>
<b>Literatur</b> .....		<b>77</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Schematische Darstellung von Varianten der Anordnung von Regenüberlaufbecken am Beispiel eines Fangbeckens im Hauptschluss, Nebenschluss und unechten Nebenschluss.....	19
Bild 2:	Schematische Darstellung eines Fangbeckens im Hauptschluss.....	22
Bild 3:	Schematische Darstellung eines Fangbeckens im Nebenschluss .....	22
Bild 4:	Schematische Darstellung eines Durchlaufbeckens im Hauptschluss .....	23
Bild 5:	Schematische Darstellung eines Durchlaufbeckens im Nebenschluss.....	23
Bild 6:	Schematische Darstellung eines Verbundbeckens im Hauptschluss .....	24
Bild 7:	Schematische Darstellung eines Verbundbeckens im Nebenschluss.....	24
Bild 8:	Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit oben liegender Entlastung im Hauptschluss.....	25
Bild 9:	Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung im Hauptschluss .....	26
Bild 10:	Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit zwischenliegender Entlastung im Hauptschluss .....	26
Bild 11:	Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung und vorgeschalteten Kaskadenbauwerken.....	26
Bild 12:	Schematische Darstellung einer Retentionsbodenfilteranlage mit Teilstrombehandlung (Mischsystem) ..	28
Bild 13:	Schematische Darstellung einer Retentionsbodenfilteranlage mit Vollstrombehandlung (Mischsystem) ..	28
Bild 14:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Kanalnetz (Mischsystem/Trennsystem, Hauptschluss).....	29
Bild 15:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Kanalnetz (Mischsystem/Trennsystem, Nebenschluss) .....	30
Bild 16:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens zur Drosselung von entlastetem Mischwasser vor der Einleitung in ein Gewässer .....	30
Bild 17:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Regenwasserkanal eines Trennsystems mit gedrosselter Einleitung in ein Gewässer.....	30
Bild 18:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals innerhalb des Kanalnetzes (Hauptschluss) .....	31
Bild 19:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals vor Einleitung in ein Gewässer (Hauptschluss) ..	31
Bild 20:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals oder -grabens zur Drosselung von entlastetem Mischwasser vor der Einleitung in ein Gewässer .....	31
Bild 21:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltegrabens im Kanalnetz (Hauptschluss).....	31

Bild 22:	Schematische Darstellung eines Regenrückhaltegrabens vor Einleitung in ein Gewässer (Hauptschluss) ....	31
Bild 23:	Schematische Darstellung eines als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenklärbeckens ohne Dauerstau.....	33
Bild 24:	Schematische Darstellung eines als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenklärbeckens mit Dauerstau, ergänzt durch einen Systemschnitt der Sedimentationskammer .....	33
Bild 25:	Varianten der Einlaufgestaltung bei rechteckigen Durchlaufbecken (Mischsystem) .....	38
Bild 26:	Schematische Darstellung der Ein- und Überlaufgestaltung eines rechteckigen Durchlaufbeckens im Nebenschluss mit Beschickung der Sedimentationskammer entgegen der Durchströmungsrichtung, in Kombination mit dem Beckenüberlauf .....	38
Bild 27:	Schematische Darstellung eines Wirbelschachtbeckens als Fangbecken im Hauptschluss (Mischsystem) ...	41
Bild 28:	Schematische Darstellung eines Regenzyklonbeckens als Fangbecken im Hauptschluss (Mischsystem) ...	41
Bild 29:	Schematische Darstellung von hydrodynamischen Abscheidern im Hauptschluss (Mischsystem) .....	42
Bild 30:	Schematische Darstellung eines Wirbelschachtbeckens als Durchlaufbecken im Hauptschluss mit außen liegendem gedrosseltem Klärüberlauf (Mischsystem) .....	43
Bild 31:	Schematische Darstellung eines Regenzyklonbeckens als Durchlaufbecken im Hauptschluss mit außen liegendem gedrosseltem Klärüberlauf (Mischsystem) .....	43
Bild 32:	Aufstellungsarten von Drosselorganen .....	48
Bild 33:	Systemskizze für den Nachweis beim Lastfall $Q_{0,max}$ .....	50
Bild 34:	Klassifikation von Drosselorganen (Regelfall) .....	52

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Funktionen von Regenbecken im Misch- und Trennsystem (Regenwasserkanalisation) .....	20
Tabelle 2:	Arten von Regenbecken im Misch- und Trennsystem (Regenwasserkanalisation) .....	21
Tabelle 3:	Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenüberlaufbecken.....	22
Tabelle 4:	Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Stauraumkanälen .....	25
Tabelle 5:	Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Retentionsbodenfilterbecken.....	27
Tabelle 6:	Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenrückhalteanlagen.....	29
Tabelle 7:	Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenklärbecken.....	32
Tabelle 8:	Bauwerkskomponenten – Lastfälle, Nachweis- und Zielgrößen .....	68

## Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

## 1 Anwendungsbereich

### 1.1 Zielsetzung

Es ist Zielsetzung des vorliegenden Arbeitsblattes, dem Planer von Regenbecken allgemein anerkannte Regeln an die Hand zu geben, die es erlauben, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten oder bestehende Bauwerke zu ertüchtigen.

Ergänzende Ausführungen enthält das Merkblatt DWA-M 176 „Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“.

Regenüberlaufbauwerke werden in der vorliegenden Ausarbeitung nicht behandelt; sie sind im Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 157 „Bauwerke der Kanalisation“ sowie im Merkblatt DWA-M 158 „Bauwerke der Kanalisation – Beispiele“ abgehandelt.

### 1.2 Geltungsbereich

Das vorliegende Arbeitsblatt DWA-A 166 gilt für die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung in Netzen des Misch- und Trennsystems (Regenwasserkanalisation).

Zu betrieblichen Belangen von Regenbecken äußert sich das Arbeitsblatt DWA-A 199-2 „Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen – Teil 2: Betriebsanweisung für das Personal von Kanalnetzen und Regenwasserbehandlungsanlagen“.

Dies sind:

- Regenüberlaufbecken im Mischsystem,
- Stauraumkanäle im Mischsystem,
- Retentionsbodenfilteranlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenklärbecken im Trennsystem.

Möglichkeiten zur Bewirtschaftung von Regenbecken werden im Merkblatt DWA-M 180 „Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen“ beschrieben.

Diese Bauwerke werden nachfolgend summarisch als Regenbecken bezeichnet.

Regenbecken für die Entwässerung von Straßen außerhalb geschlossener Ortslagen werden u. a. in den „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil „Entwässerung“ (RAS-Ew)“ behandelt. Hinweise zu Regenbecken an Straßen in Wassergewinnungsgebieten enthalten die „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag)“. Bauwerke nach diesen beiden Richtlinien werden im vorliegenden Arbeitsblatt DWA-A 166 daher nicht behandelt.

## 2 Verweisungen

Die folgenden Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Arbeitsblattes sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nicht. Anwender dieses Arbeitsblattes werden jedoch gebeten, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

### Recht

ATEX-Richtlinie 94/9/EG, Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX – Explosionsschutzrichtlinie)

BaustellV – Baustellenverordnung, Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen

BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung, Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes

TA Lärm, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz

TA Luft, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz

### DIN-Normen

DIN EN 752, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

DIN EN 1717, Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen. Deutsche Fassung EN 1717:2000. Technische Regel des DVGW

DIN 1988-100, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte. Technische Regel des DVGW

### DWA-Regelwerk

DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen. Arbeitsblatt

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

DWA-A 112, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserleitungen und -kanälen. Arbeitsblatt

DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Arbeitsblatt

ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Arbeitsblatt

ATV-DVWK-A 134, Planung und Bau von Abwasserpumpenanlagen. Arbeitsblatt

ATV-DVWK-A 157, Bauwerke der Kanalisation. Arbeitsblatt

DWA-A 199-2, Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen – Teil 2: Betriebsanweisung für das Personal von Kanalnetzen und Regenwasserbehandlungsanlagen. Arbeitsblatt

DWA-M 103, Hochwasserschutz für Abwasseranlagen. Merkblatt

DWA-M 151, Messdatenmanagementsysteme in Entwässerungssystemen (Entwurf Juni 2013). Merkblatt

DWA-M 158, Bauwerke der Kanalisation – Beispiele. Merkblatt

DWA-M 176, Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Merkblatt

ATV-DVWK-M 177, Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Merkblatt

DWA-M 180, Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen. Merkblatt

DWA-M 181, Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen. Merkblatt

DWA-M 207, Informations- und Kommunikationsnetzwerke für die Abwassertechnik. Merkblatt

## Sonstige Regelwerke und Richtlinien

RAS-Ew, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung

RiStWag, Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten

## Sicherheitsvorschriften

BGR/GUV-R 132, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung. Regel

## 3 Begriffe

### 3.1 Definitionen für Bauwerke und bauliche Komponenten

Im Sinne dieses Arbeitsblattes gelten folgende Begriffe, Abkürzungen und Definitionen für Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung und deren bauliche Komponenten:

Begriff	Abkürzungen	Definition
Abdichtung	AD	Dichtungselement eines Erdbeckens
Ablaufbauwerk	AbBw	Bauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens mit Drosselorgan, Absperrvorrichtung und Kontrollmöglichkeit
Ablaufkanal	AK	Kanal zur Ableitung des Drosselabflusses aus einem Regenbecken
Auslaufbauwerk	ABw	Einrichtung an der Auslaufstelle von Kanälen, Abwasserleitungen und -druckleitungen in ein Gewässer oder dergleichen
Auslaufbauwerk, dynamisch	ABwd	Auslaufbauwerk außerhalb des Gewässerkorridors mit Ausleitungsstrecke zum Gewässer
Auslaufbauwerk, statisch	ABws	Auslaufbauwerk innerhalb des Gewässerprofils eingebunden und befestigt, ohne Ausleitungsstrecke
Auslaufschlitz	AS	als Schlitz ausgebildetes Drosselorgan an Klärüberläufen
Beckenkammer	BKa	Oberbegriff für Speicher- und Sedimentationskammern
Beckenüberlauf	BÜ	vor einem Regenüberlaufbecken, Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung oder Regenklärbecken angeordneter Überlauf, der nach Füllung des Regenbeckens anspringt
Dränsystem eines Retentionsbodenfilterbeckens	DS	unterhalb des Filtermaterials angeordnete Sammel- und Transportleitungen für das filtrierte Misch- oder Regenwasser einschließlich Dränkies
Drosselbauwerk	DBw	Bauwerk zur Aufnahme des Drosselorgans
Drosseleinrichtung	DE	Gesamtheit von Drosselbauwerk und Drosselorgan
Drosselstrecke	DSt	Kanalabschnitt, der durch das Zusammenwirken von Einlauf-, Reibungs- und Auslaufverlusten den Durchfluss begrenzt
Durchlaufbecken	DB	Regenbecken mit Sedimentationskammer sowie Klärüberlauf und ggf. Beckenüberlauf, das mechanisch geklärtes Mischwasser (Regenüberlaufbecken) oder mechanisch geklärtes Regenwasser (Regenklärbecken) entlastet
Durchlauffilterbecken	DFiB	Retentionsbodenfilterbecken, das mit einem dem Einlauf- und Verteilungsbauwerk gegenüberliegenden Filterbeckenüberlauf ausgestattet ist
Durchlauffilterbecken mit Teilstrombehandlung	DFiBmT	Durchlauffilterbecken, dem nur ein Teilstrom des aus der Vorstufe entlasteten Misch- oder Regenwassers zugeleitet wird
Durchlauffilterbecken mit Vollstrombehandlung	DFiBmV	Durchlauffilterbecken, dem das gesamte, aus der Vorstufe entlastete Misch- oder Regenwasser zugeleitet wird

Begriff	Abkürzungen	Definition
Einlauf- und Verteilungsbauwerk	EBw/VBw	Vorrichtung zur gleichmäßigen Verteilung und Ausrichtung der Strömung im Einlaufbereich von rechteckigen Durchlaufbecken und von Retentionsbodenfilterbecken
Entlastungsgraben	EG	Graben zur Ableitung des Überlaufwassers
Entlastungskanal	EK	Kanal zur Ableitung des Überlaufwassers
Fangbecken	FB	Regenbecken mit Speicherkammer und Beckenüberlauf (ohne Klärüberlauf)
Fangteil	FT	Fangbeckenkomponente eines Verbundbeckens
Filterbeckenüberlauf	FÜ	Entlastungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens
Filterkörper	FK	aus Filtermaterial bestehender Raum, in dem die mechanisch-biologisch-chemisch-physikalische Reinigung des Abwassers erfolgt
Filtermaterial	FM	auf die Reinigungsziele abgestimmtes Material des Filterkörpers
Filtervegetation	FV	Bewuchs des Filterkörpers zum Schutz gegen Kolmation
Freibord	FBo	Abstand zwischen der höchsten Wasserspiegellage $W_{sp} (Q_{0,max})$ und der Regenbeckenoberkante
Geschiebeschacht	GS	Bauwerk zum Abtrennen von mineralischen Grobstoffen (Geschiebe) vor zu schützenden abwassertechnischen Anlagen
Grundablassbauwerk	GAB	Bauwerk zur gedrosselten Entleerung von als Erdbecken ausgebildeten Regenrückhaltebecken
Hydrodynamischer Abscheider	HA	rundes Regenbecken im Hauptschluss, mit tangentialem Zulauf, nach oben gerichtetem Überlauf und mittigem Ablauf
Kaskadenbauwerk	KBw	Bauwerk zur Aktivierung des vorgelagerten Kanalstauraums und mit Entlastungsfunktion in den weiterführenden Kanal
Klappenkammer	KKa	Spülwasserkammer einer Schwallspüleinrichtung mit einer beweglichen Klappe zur Freigabe des Spülwassers
Klärteil	KT	Durchlaufbeckenkomponente eines Verbundbeckens
Klärüberlauf	KÜ	Überlauf eines Regenbeckens, über den mechanisch geklärtes Misch- oder Regenwasser entlastet wird
Nachschacht	NAS	Schacht nach dem Drosselbauwerk
Notentleerung	NE	Vorrichtung zur Entleerung eines Regenbeckens bei Betriebsstörungen
Notfallbecken	NFB	Regenbecken, das bei Un- und Brandfällen vorübergehend zur Speicherung von flüssigen Schadstoffen genutzt wird
Notüberlauf	NÜ	Entlastungsanlage zum Schutz einer Regenrückhalteanlage, die nach Vollfüllung der Speicherkammer (Überschreitung des Nutzvolumens) entlastet
Notumlauf	NU	Leitung oder Graben, welcher die Außerbetriebnahme eines Regenbeckens unter Beibehaltung des Betriebs der Vorstufe (Retentionsbodenfilterbecken) oder des Beckenüberlaufs (Regenüberlaufbecken) ermöglicht
Regenbecken	RB	Sammelbegriff für Anlagen zur Rückhaltung und/oder Behandlung von Regen- und Mischwasser; z. B. Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle mit Entlastung, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhalteanlagen und Regenklärbecken
Regenklärbecken	RKB	Regenbecken im Regenwasserkanal eines Trennsystems, das aus dem Regenwasser sedimentierbare Stoffe (Schlamm) und Schwimmstoffe (Fette, Öle) abtrennt

Begriff	Abkürzungen	Definition
Regenklärbecken mit Dauerstau	RKBmD	Regenklärbecken, das ständig mit Wasser gefüllt ist und in größeren Zeitabständen entschlammt wird
Regenklärbecken ohne Dauerstau	RKBoD	Regenklärbecken, das in kurzen, regenereignisabhängigen Zeitabständen zu einer Abwasserbehandlungsanlage entleert sowie gereinigt wird
Regenrückhalteanlage	RRA	Anlage zur Speicherung von Regen- oder Mischwasser mit Notüberlauf
Regenrückhaltebecken	RRB	Speicherbauwerk im Kanalnetz oder nach Entlastungsanlagen im Misch- oder Trennsystem mit Notüberlauf
Regenrückhaltegraben	RRG	langgestreckte offene Regenrückhalteanlage im Misch- oder Trennsystem (Erdbauweise) mit Notüberlauf
Regenrückhaltekanal	RRK	langgestreckte Regenrückhalteanlage in Rohrform im Misch- oder Trennsystem (Massivbauweise) mit Notüberlauf
Regenrückhaltelamelle	RRL	über dem Retentionsraum von Retentionsbodenfilterbecken angeordnetes Regenrückhaltebecken
Regenüberlauf	RÜ	Entlastungsbauwerk ohne zusätzlichen Speicherraum, das den kritischen Abfluss im Kanalnetz weiterleitet
Regenüberlaufbecken	RÜB	Sammelbegriff für Regenbecken mit Entlastungsfunktion sowie Rückhaltung und/oder Behandlung von Mischwasser
Regenzyklonbecken	RZB	tangential angeströmtes Rundbecken mit exzentrischem Ablauf, unterschiedlich geneigter Sohle und strömungsbedingter Mittelstütze
Retentionsbodenfilteranlage	RBFA	Anlage zur Vorbehandlung, Retention und Filtration von Regen- und Mischwasser, bestehend aus einer Vorstufe und einem Retentionsbodenfilterbecken
Retentionsbodenfilterbecken	RBF	Bauwerk zur Retention und Filtration von Misch- oder Regenwasser mit einem über dem Filterkörper angeordneten Retentionsraum
Retentionsraum	RR	Speicher- oder Sedimentationskammer eines Retentionsbodenfilterbeckens
Schlammraum	SSR	bei Regenklärbecken mit Dauerstau zusätzlich zur Sedimentationskammer angeordneter Speicherraum für Schlamm
Sedimentationskammer	SeKa	Bauteil eines Regenbeckens zur Sedimentation von Misch- oder Regenwasserinhaltsstoffen
Speicher- oder Sedimentationskammer	SpKa	Bauteil eines Regenbeckens zur Speicherung von Misch- oder Regenwasser
Spülwasserkammer, immobil	SWKI	Unbewegliche Kammer für das Spülwasser von Klappenkammer- und Unterdruckkammer-Anlagen
Spülwassersumpf	SWS	Vertiefung zur Aufnahme von Spülwasser und Schlamm bei Schwallspüleinrichtungen mit Spülwasserbehälter oder Spülwasserkammer
Stauraumkammer	StKa	in Stauraumkanälen vor einem Stauraumüberlauf oder einem Kaskadenbauwerk angeordnete Speicher- oder Sedimentationskammer
Stauraumkanal mit Entlastung	SK	Abwasserspeicher in langgestreckter Bauform mit planmäßiger Entlastungsfunktion
Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung	SKO	Stauraumkanal mit einem in Fließrichtung oben (am Zulauf) angeordneten Beckenüberlauf (Fangbecken)
Stauraumkanal mit unten liegender Entlastung	SKU	Stauraumkanal mit einem in Fließrichtung unten (am Ablauf) direkt oder nahe vor dem Drosselbauwerk angeordneten Stauraumüberlauf
Stauraumkanal mit zwischenliegender Entlastung	SKZ	Stauraumkanal mit einem in Fließrichtung oberstrom des Drosselbauwerks angeordneten Stauraumüberlauf

Begriff	Abkürzungen	Definition
Stauraumüberlauf	SÜ	Entlastungsbauwerk von Stauraumkanälen mit unten oder zwischenliegender Entlastung
Streichwehr	SW	längs angeströmtes Wehr
Unterdruckkammer	UKa	Spülwasserkammer einer Schwallspüleinrichtung mit Unterdruck zur Bereitstellung des Spülwassers
Trennbauwerk	TB	Überlaufbauwerk eines Regenbeckens zur Abtrennung des Zuflusses zum Drosselbauwerk
Verbundbecken	VB	Kombination von Fang- und Durchlaufbecken mit getrenntem Fang- und Klärteil
Vorschacht	VOS	Schacht vor dem Drosselbauwerk
Vorstufe	VS	Bauwerk zur Vorbehandlung und Kontrolle von Misch- oder Regenwasser vor einem Retentionsbodenfilterbecken
Wirbelschachtbecken	WSB	tangential angeströmtes Rundbecken mit mittigem Ablauf und flach geneigter Sohle
Zulaufbauwerk	ZBw	Bauwerk zur Vermeidung von Erosionen im Einlaufbereich von Regenrückhaltebecken als Erdbecken
Zulaufkanal	ZK	Kanal im Zulauf eines Regenbeckens

### 3.2 Kurzzeichen

Es werden jeweils die gebräuchlichsten Einheiten angegeben. Sofern erforderlich, können auch davon abweichende Einheiten verwendet werden.

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
$b_{DB}$	m	Breite einer Sedimentationskammer
DN	–	Diameter Nominal, Nennweite
$d_0$	m	lichte Höhe des Zulaufkanals
$Fr$	1	Froude-Zahl
$HW_1$	m	Wasserstand beim Hochwasserabfluss mit der Jährlichkeit 1
$h_{DB}$	m	mittlere Wassertiefe einer Sedimentationskammer gemessen von der Sohle bis zur Höhe des Klärüberlauf
$h_{KÜ}$	m	Überfallhöhe am ungedrosselten oder Aufstauhöhe am gedrosselten Klärüberlauf
$h_{KÜ,krit}$	m	Überfallhöhe am ungedrosselten oder Aufstauhöhe am gedrosselten Klärüberlauf bei kritischem Zufluss
$h_t$	m	Wassertiefe bei Teilfüllung
$h_{TB,Q0(n=1)}$	m	Überfallhöhe am Trennbauwerk beim Zufluss $Q_{0(n=1)}$
$h_{ü}$	m	Überfallhöhe an Wehren
$l_{DB}$	m	Länge einer Sedimentationskammer, gemessen zwischen Einlauf- und Verteilungsbauwerk und Klärüberlauf

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
$MNQ$	$m^3/s$	mittlerer Niedrigwasserabfluss
$MNW$	m	Wasserstand bei mittlerem Niedrigwasserabfluss
$P_{spez}$	$W/m^3$	spezifische Zulaufleistung in tangential angeströmten Rundbecken
$Q_{BÜ,max}$	l/s	maximaler Entlastungsabfluss eines Beckenüberlaufs
$Q_{Dr}$	l/s	Drosselabfluss
$Q_{Dr,B,min}$	l/s	kleinster zulässiger Bemessungsabfluss eines Drosselorgans
$Q_{ist(h)}$	l/s	Drosselabfluss, der im eingebauten Zustand eines Drosselorgans gemessen wird
$Q_F$	l/s	Fremdwasserabfluss
$Q_{krit}$	l/s	kritischer Abfluss
$Q_{KÜ}$	l/s	Entlastungsabfluss eines Klärüberlaufs
$Q_{KÜ,max}$	l/s	maximaler Entlastungsabfluss eines Klärüberlaufs
$Q_p$	l/s	Pumpenabfluss
$Q_{R,krit}$	l/s	kritischer Regenwasserabfluss
$Q_{S,h,max}$	l/s	Tagesstundenspitze des Schmutzwasserabflusses
$Q_{soll(h)}$	l/s	Drosselabfluss, der für den eingebauten Zustand des Drosselorgans vorgegeben wird
$Q_T$	l/s	Trockenwetterabfluss
$Q_{T,h,max(Plan)}$	l/s	Tagesstundenspitze des Trockenwetterabflusses für den Planungszustand
$Q_{T,h,max(Ist)}$	l/s	Tagesstundenspitze des Trockenwetterabflusses für den Ist-Zustand
$Q_{T(A110)}$	l/s	Trockenwetterabfluss beim Schleppspannungsnachweis nach Arbeitsblatt DWA-A 110
$Q_v$	l/s	rechnerisches Abflussvermögen im vollgefüllten Querschnitt
$Q_{0(n=1)}$	l/s	Zufluss beim Berechnungsregen mit der Jährlichkeit 1
$Q_{0(n=x)}$	l/s	Zufluss beim Berechnungsregen mit der Jährlichkeit x
$Q_{0,max}$	l/s	Zufluss im Zulaufkanal bei maximalem Einstau mit ortsspezifischem Zuschlag für den möglichen Überstau (z. B. Bordsteinhöhe)
$Q_{BÜ}$	l/s	Entlastungsabfluss eines Beckenüberlaufs
$q_A$	m/h	Oberflächenbeschickung in einer Sedimentationskammer
$r_{krit}$	l/(s·ha)	kritische Regenspende

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
$t_{TW}$	m	Eintauchtiefe einer Tauchwand unterhalb der Überlaufschwelle bei ungedrosselten, senkrecht angeströmten Überläufen von Regenüberlaufbecken und Regenklärbecken ohne Dauerstau  Eintauchtiefe der Tauchwand unterhalb der Phasentrennfläche von Wasser und Leichtstoff bei Regenklärbecken mit Dauerstau
$V$	m <sup>3</sup>	Volumen
$V_{LS}$	m <sup>3</sup>	Volumen für den Rückhalt von Leichtstoffen bei Regenklärbecken mit Dauerstau
$V_N$	m <sup>3</sup>	Nutzvolumen
$V_{Spül}$	m <sup>3</sup>	Spülwasservolumen
$v$	m/s	Fließgeschwindigkeit
$v_E$	m/s	Fließgeschwindigkeit im Auslaufbauwerk
$v_h$	m/s	horizontale Fließgeschwindigkeit
$v_Q$	m/s	Fließgeschwindigkeit des Einleitungsvolumenstroms rechtwinklig zur Fließgeschwindigkeit eines Gewässers
$v_t$	m/s	Fließgeschwindigkeit bei teilgefülltem Querschnitt
$v_v$	m/s	Fließgeschwindigkeit im vollgefülltem Querschnitt
$v_{Zu}$	m/s	Zuflussgeschwindigkeit zum tangential angeströmten Rundbecken
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Dichte einer Flüssigkeit
$\tau$	N/m <sup>2</sup>	Schleppspannung bzw. Sohlenschubspannung
$\tau_{zul}$	N/m <sup>2</sup>	Zulässige Schleppspannung bzw. Sohlenschubspannung

### 3.3 Abkürzungen

Abkürzungen	Erläuterung
A	Arbeitsblatt
ATEX	<i>Atmosphère Explosive</i>
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e. V.
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BG	Berufsgenossenschaft
BHW	Bemessungshochwasser
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
D	Drosselorgan
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>

Abkürzungen	Erläuterung
DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasser- und Kulturbau e. V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EMSR	Elektrische Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
EN	Europäische Norm
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GUV	Gemeindeunfallversicherungsverband
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HS	Hauptschluss
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MDMS	Messdatenmanagementsystem
MID	Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät; magnetisch-induktive Durchflussmessung
NS	Nebenschluss
NS,u	Nebenschluss, unechter
PLS	Prozessleitsystem
RTC	<i>Real Time Control</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TAB	Technische Anschlussbedingungen
TFT	<i>Thin-film Transistor</i>
TÜV	Technischer Überwachungsverein e. V.
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.
Wsp	Wasserspiegel

## 4 Planungsvorgaben

Der Planer von Regenbecken muss sich stets bewusst sein, dass er im Rahmen der Konstruktion der Regenbecken in seinen Freiheiten eingeschränkt ist. Eine Vielzahl von Entscheidungen wurde bereits vorab im Rahmen der Festlegung der Entwässerungskonzeption, der Kanalnetzrechnung und der Dimensionierung der Speichervolumina getroffen.

Bevor mit der Konstruktion begonnen werden kann, sind alle vorhandenen Unterlagen zusammenzustellen und zu werten. Fehlende Planungsvorgaben sind vor Beginn der konstruktiven Planung vom Planer beim Auftraggeber anzufordern. Sollte sich bei der konstruktiven Bearbeitung herausstellen, dass von diesen Planungsvorgaben abgewichen werden muss, ist zunächst die Kanalnetzrechnung und die Volumenberechnung zu überarbeiten.

Aus der Volumenberechnung werden entnommen:

- die Lage im Kanalnetz (beispielsweise ist für die Wahl des Beckenreinigungsverfahrens die Kenntnis über Vorentlastungsanlagen und nachfolgende Entlastungsanlagen sowie die Lage des Klärwerks von Bedeutung),
- das erforderliche Nutzvolumen  $V_N$ ,
- die Funktion des Regenbeckens nach 5.1, Tabelle 1,
- die Art des Regenbeckens nach 5.1, Tabelle 2,
- die Anordnung des Regenbeckens nach 5.1, Bild 1,
- ein geplanter Ausbau in Stufen zur Anpassung an zukünftige Entwicklungen,
- der maßgebende Abfluss  $Q_{Dr}$  aus dem Regenbecken (konstanter Drosselabfluss oder Drosselkennlinie) für heutige und zukünftige Verhältnisse des Planungszeitraums unter Berücksichtigung des saisonalen Fremdwasserzuflusses.

Aus der Kanalnetzrechnung werden entnommen oder abgeschätzt:

- der Zufluss beim Bemessungsregen  $Q_{0(n=1)}$  und  $Q_{0(n=x)}$ ,
- der Zufluss bei Überflutung des Kanalnetzes  $Q_{0,max}$ ,
- die Wasserspiegellage im Zulaufkanal unter Berücksichtigung der Planungsziele,
- die Wasserspiegellage und Abflüsse in Entlastungskanälen,
- die Schwellenhöhe von Stauraum- und Notüberläufen,
- die Profile, Gefälle und Höhen der ankommenden und abgehenden Kanäle sowie der Entlastungskanäle.

Aus sonstigen Unterlagen werden entnommen:

- die Höhensituation der bestehenden Entwässerungsanlagen im Planungsbereich (die Daten sind vor Ort zu überprüfen),
- die Höhe der zulässigen Rückstauenebene gemäß der örtlichen Entwässerungssatzung,
- die bauplanungsrechtlichen Auflagen,
- die Boden- und Grundwasserverhältnisse,
- die ästhetischen Anforderungen (Rechen, Siebe),
- die Anforderungen zur Beckenbewirtschaftung (Fernwirkanlage),
- die Vorgaben aus gegebenenfalls vorliegenden Untersuchungen zur Abflusssteuerung,
- weitergehende Anforderungen an die Gewässergüte,
- die Vorgaben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bei Einleitung in schiffbare Gewässer,
- die sonstigen Auflagen und Randbedingungen (z. B. aus behördlichen Zulassungen, Besprechungsvermerken, Schriftverkehr oder Gutachten),
- die Lage zum Gewässer sowie Abflüsse und Wasserstände im Gewässer,
- der zulässige Entlastungsabfluss in das Gewässer einschließlich der eventuellen Erfordernis einer Regenrückhalteanlage,
- die Kanäle  $\geq DN 800$  zur Ermittlung des anrechenbaren statischen Kanalvolumens.

Im Rahmen der Beckenplanung sind zu ermitteln:

- der kritische Misch- oder Regenwasserabfluss  $Q_{krit}$ ,
- der Trockenwetterabfluss  $Q_{T,h,max}$ ,
- der Trockenwetterabfluss  $Q_{T(A110)}$ ,
- die Höhenlage von Trennbauwerken,
- die Höhenlage von Klärüberläufen,
- das auf das erforderliche Nutzvolumen  $V_N$  anrechenbare statische Kanalvolumen.

Mit dem Betriebspersonal sollten die aus betrieblicher Sicht notwendigen baulichen Anforderungen geklärt und dessen Betriebserfahrungen (z. B. hinsichtlich Rückstau und Überflutungen) berücksichtigt werden.

Auf die Checklisten zum Planungsablauf des Merkblattes DWA-M 176 wird verwiesen.

# 5 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung

## 5.1 Generelle Unterscheidungsmerkmale von Regenbecken

Regenbecken werden unterschieden nach:

- **Entwässerungssystem** (Mischsystem, Trennsystem (Regenwasserkanalisation)),
- **Funktion** (Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle mit Entlastung, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhalteanlagen und Regenklärbecken),
- **Art** (Fangbecken, Durchlaufbecken, Verbundbecken, Stauraumkanäle mit oben liegender, zwischenliegender und unten liegender Entlastung, Stauraumkanäle als Kaskade, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhaltebecken, Regenrückhaltekanäle und Regenrückhaltegräben sowie Regenklärbecken mit und ohne Dauerstau),
- **Anordnung** (Hauptschluss, Nebenschluss, unechter Nebenschluss).

Die Systematik der Regenbecken nach ihrem Entwässerungssystem ist in den Tabellen 1 und 2 berücksichtigt. In Tabelle 1 wird die Funktion und in Tabelle 2 die Art der Regenbecken systematisch dargestellt.

Die Anordnungen von Regenbecken unterscheiden sich wie folgt:

### Hauptschluss:

Hierbei sind Beckenkammer und Kanalnetz sowohl bei der Füllung als auch bei der Entleerung hydraulisch gekoppelt; d. h. die Beckenkammer füllt und entleert sich **gleichzeitig** mit dem Kanalnetz.

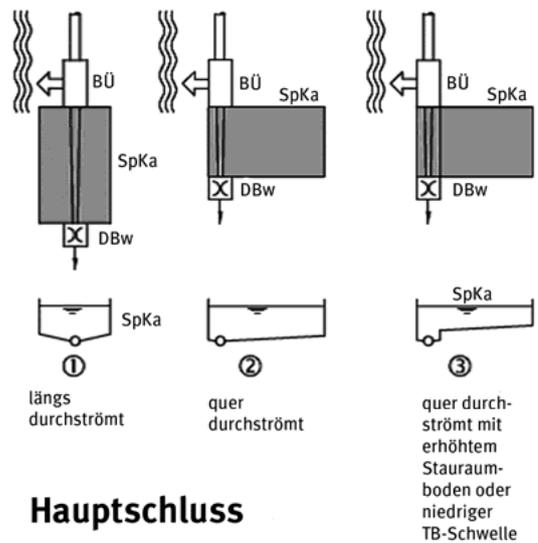
### Nebenschluss:

Hierbei sind Beckenkammer und Kanalnetz über ein Trennbauwerk sowohl bei der Füllung als auch bei der Entleerung hydraulisch entkoppelt; d. h. die Beckenkammer füllt und entleert sich **später** als das Kanalnetz.

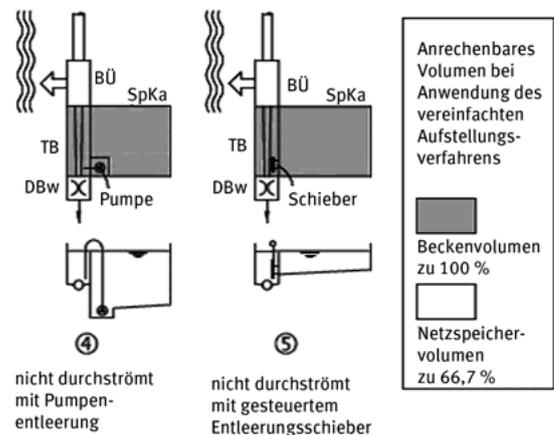
### Unechter Nebenschluss:

Bei der Füllung oder Entleerung von Kanalnetz und Beckenkammer liegt zeitweise Nebenschluss und zeitweise Hauptschluss vor. Bei dieser Anordnung ist keine eindeutige Zuordnung zum Haupt- oder zum Nebenschluss möglich.

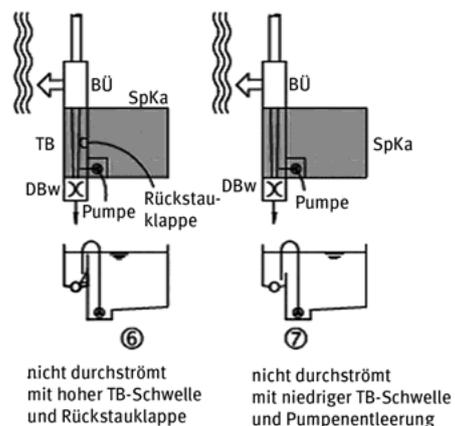
Bild 1 zeigt beispielhaft und schematisch anhand von sieben Varianten unterschiedliche Anordnungen eines Fangbeckens.



### Hauptschluss



### Nebenschluss



### unechter Nebenschluss

**Bild 1:** Schematische Darstellung von Varianten der Anordnung von Regenüberlaufbecken am Beispiel eines Fangbeckens im Hauptschluss, Nebenschluss und unechten Nebenschluss

Bei den Varianten Nr. 1, 2 und 3 liegt Hauptschluss vor, da sich Speicherkammer und Kanalnetz gleichzeitig füllen und entleeren.

Bei den Varianten Nr. 4 und 5 liegt Nebenschluss vor, da die Speicherkammer erst nach dem Kanalnetz über eine hohe Trennbauwerksschwelle gefüllt wird. Die Speicherkammer wird erst nach dem Kanalnetz wieder entleert.

Bei den Varianten Nr. 6 und 7 liegt unechter Nebenschluss vor. Bei der Variante 6 erfolgt die Füllung der Speicherkammer – wie beim Nebenschluss – erst nach dem Kanalnetz; die Entleerung des Kanalnetzes und der Speicherkammer erfolgt jedoch – wie beim Hauptschluss – zunächst gleichzeitig, bis der Wasserspiegel auf Höhe der Rückstauklappe abgesunken ist. Anschließend erfolgt die Restentleerung durch Pumpen wie beim Nebenschluss. Bei der Variante 7 erfolgt zunächst bis zur Höhe der Trennbauwerksschwelle die Füllung des Kanalnetzes und anschließend wird über eine niedrige Trennbauwerksschwelle – wie beim Nebenschluss – die Speicherkammer so lange beschickt bis zwischen Kanalnetz und Speicherkammer korrespondierende Wasserspiegellagen bestehen. Die weitere Füllung erfolgt dann – wie beim Hauptschluss – gleichzeitig. Entleert wird analog zunächst im Hauptschluss und unterhalb der Trennbauwerksschwelle im Nebenschluss.

Weitere Hinweise zur Beckenanordnung enthält 6.2.

Regenbecken werden in den folgenden Abschnitten – unabhängig von der tatsächlichen Konstruktion – als Prozessdarstellung schematisch abgebildet. Die Schemaskizzen verwenden einen rechteckigen Grundriss.

Die einzelnen Bauwerkskomponenten sind in den Schemaskizzen zum Verständnis der Funktionsweise getrennt gezeichnet. Im Sinne einer kostenbewussten Planung sollten jedoch einzelne Komponenten konstruktiv möglichst zusammengefasst werden.

Tabelle 1: Funktionen von Regenbecken im Misch- und Trennsystem (Regenwasserkanalisation)

Regenbecken						
Mischsystem				Trennsystem (Regenwasserkanalisation)		
Regenüberlaufbecken	Stauraumkanäle mit Entlastung	Retentionsbodenfilterbecken	Regenrückhalteanlagen	Regenklärbecken	Retentionsbodenfilterbecken	Regenrückhalteanlagen
RÜB	SK	RBF	RRA	RKB	RBF	RRA

Tabelle 2: Arten von Regenbecken im Misch- und Trennsystem (Regenwasserkanalisation)

Funktion	Regenüberlaufbecken			Stauraumkanäle mit Entlastung				Retentionsbodenfilterbecken	Regenrückhalteanlagen	
	RÜB			SK				RBF	RRA	
Mischsystem										
Art	Fangbecken	Durchlaufbecken	Verbundbecken	Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung	Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung	Stauraumkanäle mit zwischenliegender Entlastung	Stauraumkanäle als Kaskade	Durchlaufbecken	Regenrückhaltebecken	Regenrückhaltekanäle
	FB	DB	VB	SKO	SKU	SKZ	SKK	DFiB	RRB	RRK

Funktion	Retentionsbodenfilterbecken	Regenrückhalteanlagen			Regenklärbecken		
	RBF	RRA			RKB		
Trennsystem (Regenwasserkanalisation)							
Art	Durchlaufbecken	Regenrückhaltebecken	Regenrückhaltekanäle	Regenrückhaltegräben	Regenklärbecken ohne Dauerstau als Fangbecken	Regenklärbecken ohne Dauerstau als Durchlaufbecken	Regenklärbecken mit Dauerstau als Durchlaufbecken
	DFiB	RRB	RRK	RRG	RKBod		RKBmD

## 5.2 Regenüberlaufbecken (RÜB)

### 5.2.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenüberlaufbecken

Regenüberlaufbecken werden nur im Mischsystem angeordnet. In Abhängigkeit von ihrer Art und Anordnung bestehen Regenüberlaufbecken aus den Komponenten, die in Tabelle 3 aufgeführt sind.

Das anrechenbare Volumen ergibt sich aus der Summe der Einzelvolumina der Speicherkammern und der verbindenden Rohrleitungen und Gerinne zwischen Beckenüberlauf und Speicherkammern unterhalb der

Höhe der niedrigsten Schwelle (Klär- oder Beckenüberlauf). Zusätzlich sollte entsprechend Arbeitsblatt ATV-A 128 beim vereinfachten Aufteilungsverfahren das Netzspeichervolumen vor dem Beckenüberlauf bis zur Höhe der niedrigsten Schwelle zu 2/3 berücksichtigt werden. Im Nachweisverfahren nach Arbeitsblatt ATV-A 128 wird das tatsächlich vorhandene Netzspeichervolumen berücksichtigt.

Tabelle 3: Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenüberlaufbecken

Funktion	Regenüberlaufbecken (RÜB)					
Entwässerungssystem	Mischsystem					
Art	Fangbecken (FB)		Durchlaufbecken (DB)		Verbundbecken (VB)	
Anordnung	Haupt-schluss (HS)	Neben-schluss (NS)	Haupt-schluss (HS)	Neben-schluss (NS)	Haupt-schluss (HS)	Neben-schluss (NS)
Bauwerkskomponenten	---	Trenn-bauwerk (TB)	---	Trenn-bauwerk (TB)	---	Trenn-bauwerk (TB)
	Beckenüberlauf (BÜ) – Regelfall –					
	---	Einlauf- und Verteilungsbauwerk (EBw/VBw) – nicht bei tangential angeströmten Rundbecken –				
	Speicher-kammer (SpKa)	Sedimentationskammer (SeKa)		Fangteil (FT) als Speicher-kammer und Klärteil (KT) mit Sedimentationskammer (SpKa und SeKa)		
	---	Klärüberlauf (KÜ)				
	Drosselbauwerk (DBw)					
	Notentleerung (NE)					
	Entlastungskanal/-graben (EK/EG)					
	Auslaufbauwerk (ABw)					

### 5.2.2 Fangbecken (FB)

Regenüberlaufbecken als Fangbecken haben die Aufgabe, den Erstabfluss (Spülstoß) zu speichern und gedrosselt dem weiterführenden Kanalnetz oder einer Abwasserbehandlungsanlage zuzuführen. Die Anordnung des Fangbeckens im Hauptschluss (Bild 2) oder Nebenschluss (Bild 3) oder im unechten Nebenschluss hat keinen Einfluss auf die entlastete Schmutzfracht. Bei der Gestaltung der Speicherkammer besteht daher für den Planer ein hoher Freiheitsgrad. Der Grundriss von Fangbecken kann rechteckig, rund oder langgestreckt sein oder sich bei Bedarf der verfügbaren Grundstücksform anpassen, sofern eine ausreichende Reinigung der Beckensohle sichergestellt ist.

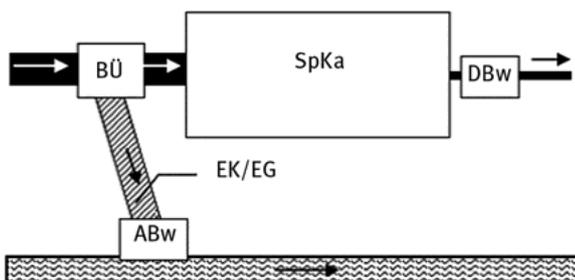


Bild 2: Schematische Darstellung eines Fangbeckens im Hauptschluss

Auch Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung wirken wie Fangbecken (siehe 5.3.2).

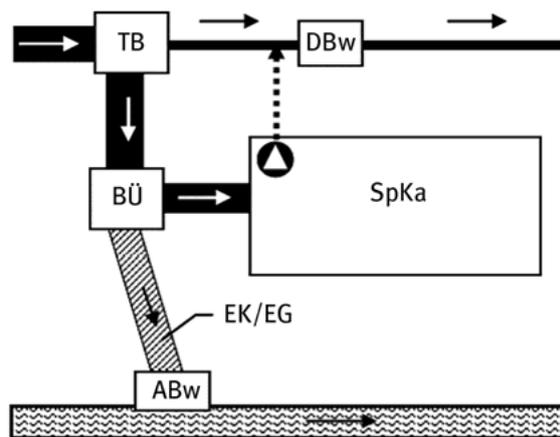


Bild 3: Schematische Darstellung eines Fangbeckens im Nebenschluss

Bei der konstruktiven Umsetzung kann es bei Fangbecken im Nebenschluss zweckmäßig sein, den Beckenüberlauf vor dem Trennbauwerk oder gegenüber dem Trennbauwerk anzuordnen.

### 5.2.3 Durchlaufbecken (DB)

Als Durchlaufbecken ausgebildete Regenüberlaufbecken haben die Aufgabe, Mischwasser zu speichern, gedrosselt dem weiterführenden Kanalnetz oder der Abwasserbehandlungsanlage zuzuführen und vor der Entlastung über den Klärüberlauf einer mechanischen Reinigung zu unterziehen. Dies geschieht durch Sedimentation der partikulären Stoffe und durch Rückhaltung von Schwimm-, Leicht- und Grobstoffen. Bei der Konstruktion von Durchlaufbecken ist der Optimierung der Sedimentation verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen.

Durchlaufbecken haben im Gegensatz zu Fangbecken einen Klärüberlauf (KÜ), der erst nach der Vollfüllung des Beckens anspringen darf (Bilder 4 und 5). Durchlaufbecken wirken dadurch bis zu Füllung als Speicherbecken und danach für einen Teilzufluss als Sedimentationsbecken. Die Schwellenhöhe des Klärüberlaufs ist maßgebend für die Ermittlung des nachzuweisenden Nutzvolumens.

Der Sedimentationskammer ist ein Beckenüberlauf (BÜ) vorgeschaltet, dessen Schwelle höher liegt als die des Klärüberlaufs. Der Beckenüberlauf entlastet nach Vollfüllung des Durchlaufbeckens den Anteil des Beckenzuflusses, der über dem zulässigen Beckendurchfluss liegt. Darüber hinaus benötigen rechteckige Durchlaufbecken vor der Sedimentationskammer ein Einlauf- und Verteilungsbauwerk. In 7.1.2 und 7.3.2 sind für Rechteckbecken und tangential angeströmte Rundbecken die zur Sicherstellung einer guten Sedimentationswirkung zu beachtenden konstruktiven Hinweise und die erforderlichen rechnerischen Nachweise zusammengestellt.

Im Gegensatz zu Fangbecken hat die Anordnung von Durchlaufbecken im Hauptschluss (Bild 4), Nebenschluss (Bild 5) und unechten Nebenschluss Einfluss auf die entlastete Schmutzfracht (Arbeitsblatt ATV-A 128). Wurde im Rahmen eines Nachweisverfahrens die Volumenermittlung der Sedimentationskammer für eine Anordnung im Hauptschluss durchgeführt, kann die konstruktive Gestaltung auch als Durchlaufbecken im Nebenschluss oder unechten Nebenschluss erfolgen. Umgekehrt darf die konstruktive Gestaltung nicht im unechten Nebenschluss oder Hauptschluss erfolgen, wenn im Nachweisverfahren die Volumenermittlung für eine Anordnung im Nebenschluss durchgeführten wurde. Der Planer ist bei der Konstruktion von Durchlaufbecken in seinen Freiheiten stärker eingeschränkt als bei der Konstruktion von Fangbecken.

Bei der konstruktiven Umsetzung kann es bei Durchlaufbecken im Nebenschluss zweckmäßig sein, den Beckenüberlauf vor oder gegenüber dem Trennbauwerk anzuordnen.

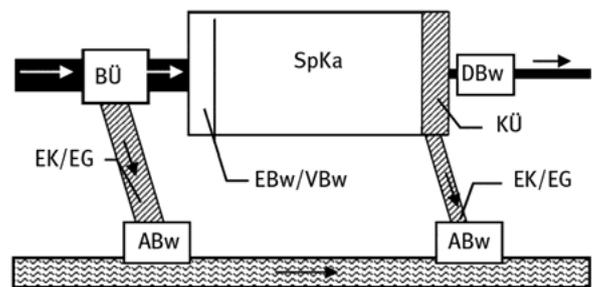


Bild 4: Schematische Darstellung eines Durchlaufbeckens im Hauptschluss

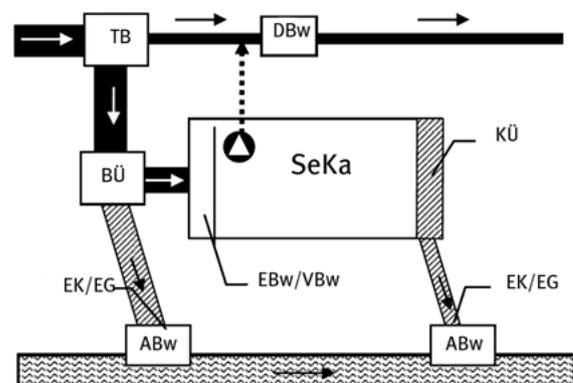
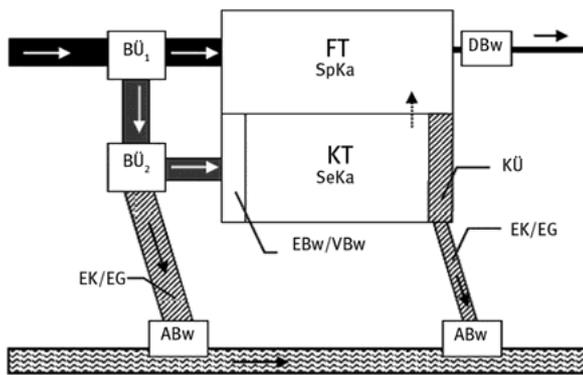


Bild 5: Schematische Darstellung eines Durchlaufbeckens im Nebenschluss

### 5.2.4 Verbundbecken (VB)

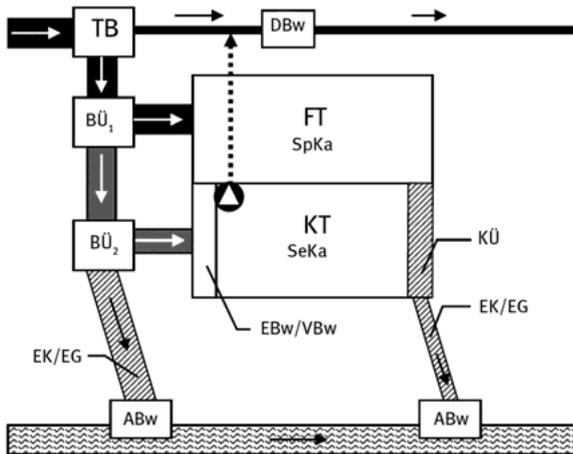
Verbundbecken sind eine Kombination aus Fang- und Durchlaufbecken, die bei entsprechender Konfiguration des Einzugsgebiets anstrebt, die Vorteile von Fang- und Durchlaufbecken miteinander zu verbinden. Der Fangteil ist nach den für Fangbecken, der Klärteil nach den für Durchlaufbecken geltenden Grundsätzen zu gestalten. Die Konstruktion von Verbundbecken stellt an den Planer hohe Anforderungen.

Bild 6 zeigt die schematische Darstellung eines Verbundbeckens im Hauptschluss. Bild 7 die eines Verbundbeckens im Nebenschluss.



**Bild 6: Schematische Darstellung eines Verbundbeckens im Hauptschluss**

Bei der konstruktiven Umsetzung kann es bei Verbundbecken im Nebenschluss (Bild 7) zweckmäßig sein, den Beckenüberlauf des Fangteils vor dem Trennbauwerk des Fangteils anzuordnen.



**Bild 7: Schematische Darstellung eines Verbundbeckens im Nebenschluss**

## 5.3 Stauraumkanäle (SK) mit Entlastung

### 5.3.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Stauraumkanälen

Stauraumkanäle mit Entlastung sind langgestreckte Abwasserspeicher; in der Regel Rohrleitungen mit großem Durchmesser. Ihre Aufgabe ist es, Abwasser vorübergehend zu speichern und gedrosselt dem weiterführenden Kanalnetz oder einer Abwasserbehandlungsanlage zuzuführen. Diese Aufgabe unterscheidet sich nicht von den Aufgaben von Regenüberlaufbecken. Die Anordnung im Hauptschluss, bei der die Funktion Transport und Speicherung zusammenfällt, stellt den Regelfall dar. Er liegt den Bildern 8 (siehe 5.3.2), 9 und 10 (siehe 5.3.3) zugrunde.

Es ist zu prüfen, ob die natürliche hydraulische Selbstreinigung der Kanalsohle durch den Trockenwetterabfluss ausreichend ist. Daher sind gemäß Arbeitsblatt DWA-A 110 und Abschnitt 12 Hydraulische Nachweise zu führen. Durch Eiprofile oder Kreisrohre mit Trockenwetterrinne und stark geneigten Bermen lässt sich die Selbstreinigung nachhaltig verstärken. Reicht trotzdem die natürliche Schleppspannung wegen fehlenden Gefälles oder zu kleinen Trockenwetterabflusses nicht aus, sind Planungsalternativen zu berücksichtigen. Da flache Bermen zur Verschmutzung neigen, sollte auf den Einbau einer Trockenwetterrinne verzichtet und dafür eine automatische Reinigungseinrichtung installiert werden.

Bei langen Stauraumkanälen sowie bei Stauraumkanälen, die ausnahmsweise im Nebenschluss angeordnet werden, darf nicht mit einer ausreichenden natürlichen Selbstreinigung gerechnet werden.

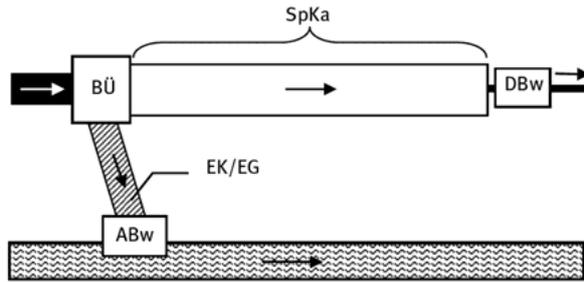
Wird – um Betriebserfahrungen zu gewinnen – vorläufig auf den Einbau von Reinigungseinrichtungen verzichtet, sollte die Möglichkeit einer Nachrüstung schon in der Planung vorgesehen werden.

Stauraumkanäle mit Entlastung werden mit oben liegender, zwischenliegender oder unten liegender Entlastung oder als Kaskade mit Entlastung angeordnet. In Abhängigkeit von ihrer Art und Anordnung bestehen Stauraumkanäle aus den Komponenten, die in Tabelle 4 aufgeführt sind. Stauraumkanäle müssen – wie alle anderen Regenbecken – regelmäßig inspiziert werden. Deshalb sollten neue Stauraumkanäle begehrbar sein. Die Schachtabstände sollten nicht zu groß gewählt und im Zweifelsfall mit dem Unfallversicherungsträger abgestimmt werden.

Als obere Begrenzung des Nutzvolumens gilt die horizontale Linie in Höhe des Wasserspiegels am Stauraumüberlauf, wenn dieser gerade anspringt.

### 5.3.2 Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung (SKO)

Bild 8 zeigt die schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit oben liegender Entlastung. Die Wirkung ist identisch mit der eines Fangbeckens im Hauptschluss. Eine derartige Konstruktion wird deshalb auch als „Fangkanal“ bezeichnet. Zwischen dem Drosselbauwerk und dem Beckenüberlauf sollten keine größeren Einleitungen erfolgen, da diese das gespeicherte Abwasser rückwärts zum Beckenüberlauf drücken können.



**Bild 8: Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit oben liegender Entlastung im Hauptschluss**

Das Nutzvolumen wird begrenzt durch die Höhenlage des Beckenüberlaufs; es darf zwischen Drosselbauwerk und Beckenüberlauf mit 100 % angerechnet werden.

### 5.3.3 Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung (SKU)

Bei Stauraumkanälen mit unten liegender Entlastung ist der Stauraumüberlauf (SÜ) vor dem Drosselbauwerk angeordnet (Bild 9). Im Vergleich zu Durchlaufbecken zeichnen sich Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung oft durch besondere Wirtschaftlichkeit aus, da das Volumen von ohnehin erforderlichen Transportkanälen genutzt oder durch Vergrößerung des Rohrquerschnitts mit geringem Mehraufwand zusätzliches Speichervolumen geschaffen werden kann. Diesem ökonomischen Vorteil können aber negative Auswirkungen auf das Gewässer gegenüber stehen. Bei Entlastungen infolge von Starkregenereignissen besteht durch hohe Fließgeschwindigkeiten die Gefahr des Austrags sedimentierbarer Stoffe sowie der Remobilisierung von Ablagerungen aus der Stauraumkammer. Diesem Nachteil gegenüber Durchlaufbecken versucht das Arbeitsblatt ATV-A 128 durch die Bereitstellung von zusätzlichem Speichervolumen zu begegnen.

Beim vereinfachten Aufteilungsverfahren nach dem Arbeitsblatt ATV-A 128 darf das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkammern bei einer Anordnung nach Bild 9 nur mit 66,7 % (zwei Drittel) auf das nachzuweisende Speichervolumen angerechnet werden. Beim Nachweisverfahren darf dagegen das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkammern mit 100 % angerechnet werden.

**Tabelle 4: Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Stauraumkanälen**

Funktion	Stauraumkanäle mit Entlastung (SK)			
Entwässerungssystem	Mischsystem			
Art	mit oben liegender Entlastung (SKO)	mit unten liegender Entlastung (SKU)	mit zwischenliegender Entlastung (SKZ)	als Kaskade (SKK)
Anordnung	Hauptschluss (HS) – Regelfall –			
Bauwerkskomponenten	Beckenüberlauf (BÜ)	Stauraumüberlauf (SÜ)		
	Speicherammer (SpKa)	Stauraumkammer (StKa)	Speicherammer (SpKa) und Stauraumkammer (StKa)	Stauraumkammer (StKa) mit Kaskadenbauwerk (KBw)
	Drosselbauwerk (DBw)			
	Notentleerung (NE)			
	Entlastungskanal/-graben (EK/EG)			
	Auslaufbauwerk (ABw)			

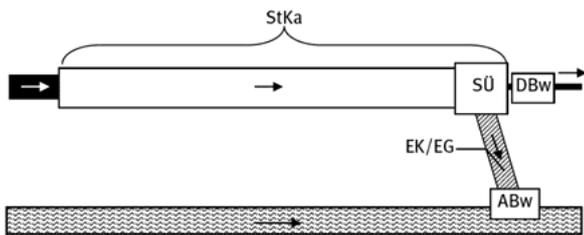


Bild 9: Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung im Hauptschluss

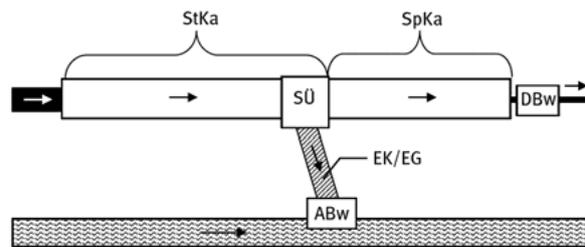


Bild 10: Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit zwischenliegender Entlastung im Hauptschluss

### 5.3.4 Stauraumkanäle mit zwischenliegender Entlastung (SKZ)

Bei Stauraumkanälen mit zwischenliegender Entlastung ist der Stauraumüberlauf deutlich vom Drosselbauwerk nach oberstrom abgerückt (Bild 10). Der Stauraumkanal besteht aus einer zwischen dem Drosselbauwerk und dem Stauraumüberlauf gelegenen Speicherkammer (SpKa) und einer oberstrom des Stauraumüberlaufs gelegenen Stauraumkanal (StKa). Die Schmutzstoffe der Speicherkammer werden bei Entlastungsereignissen nicht mehr ausgetragen. Die Stauraumkanal wirkt hingegen bei Entlastungsereignissen wie bei einem Stauraumkanal mit unten liegender Entlastung. Im Bereich der Speicherkammer sollten wie beim Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung keine größeren Einleitungen erfolgen, da diese das gespeicherte Abwasser rückwärts zum Stauraumüberlauf drücken können.

Die Wirkung eines Stauraumkanals mit zwischenliegender Entlastung wird gelegentlich mit der eines Verbundbeckens verglichen. Dies ist jedoch nur bedingt zulässig, da sich bei einem Verbundbecken Fang- und Klärteil nacheinander füllen und entleeren. Die Füllung und Entleerung der Speicher- und Stauraumkanal eines Stauraumkanals mit zwischenliegender Entlastung erfolgt jedoch gleichzeitig.

Beim vereinfachten Aufteilungsverfahren nach dem Arbeitsblatt ATV-A 128 darf das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkanal bei einer Anordnung nach Bild 10 nur mit 66,7 % (zwei Drittel) auf das nachzuweisende Speichervolumen angerechnet werden. Beim Nachweisverfahren darf dagegen das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkanal mit 100 % angerechnet werden.

### 5.3.5 Stauraumkanäle als Kaskade (SKK)

Um das Speichervolumen langer Kanäle voll auszunutzen, können Kaskadenbauwerke in Stauraumkanälen angeordnet werden (Bild 11). Die Kaskadenbauwerke werden mit Drosselorganen und Anlagen zur Wasserstandsbeschränkung ausgestattet, die einer abschnittswise Aktivierung der Stauraumkanal dienen. Je nach Ausführung können damit auch weitere Vorgänge durchgeführt werden (z. B. Schwallspülungen der unterstrom liegenden Kaskadenstufen).

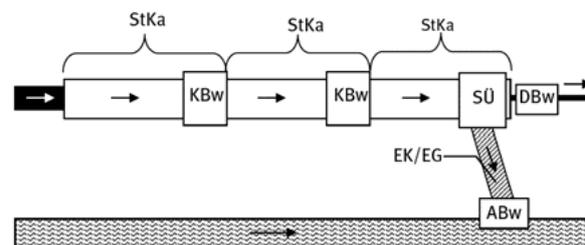


Bild 11: Schematische Darstellung eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung und vorge-schalteten Kaskadenbauwerken

Der Querschnitt der unterstrom liegenden Kaskadenstufen sollte möglichst groß gewählt werden, damit Schwallwellen verlustarm abgeleitet werden können. Die Überlaufbauwerke von Kaskadenbauwerken sind hydraulisch für  $Q_0$  zu dimensionieren.

Beim vereinfachten Aufteilungsverfahren nach dem Arbeitsblatt ATV-A 128 darf das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkanal bei einer Anordnung nach Bild 11 nur mit 66,7 % (zwei Drittel) auf das nachzuweisende Speichervolumen angerechnet werden. Beim Nachweisverfahren darf dagegen das tatsächlich eingestaute Volumen der Stauraumkanal mit 100 % angerechnet werden.

## 5.4 Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA)

Retentionsbodenfilteranlagen werden für die mechanisch-biologisch-chemisch-physikalische Behandlung von aus Regenüberlaufbecken oder Stauraumkanälen entlastetem Mischwasser und für die Reinigung von behandlungsbedürftigem Regenwasser eingesetzt. Neben der Abtrennung partikulärer Feststoffe können auch gelöste Stoffe und Keime reduziert werden. Dadurch sind hohe Qualitätsanforderungen an den Filterablauf erfüllbar.

Retentionsbodenfilteranlagen bestehen aus einer Vorstufe und dem nachgeschalteten Retentionsbodenfilterbecken. Letzteres besteht aus den Komponenten, die in Tabelle 5 aufgeführt sind.

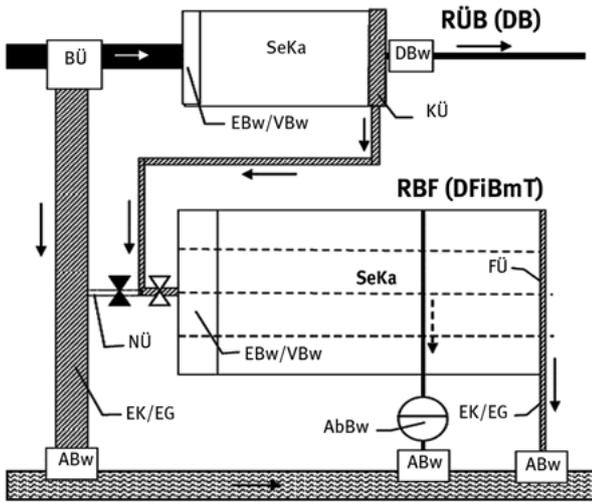
Retentionsbodenfilterbecken werden in der Regel in Erdbauweise erstellt. Der erforderliche Retentionsraum ist über einem Filterkörper angeordnet. Die Sohle des abgedichteten Retentionsbodenfilterbeckens erhält ein Dränsystem, welches das Filtrat zum Ablaufbauwerk ableitet. Der Filterkörper ist in der Regel mit Schilf bepflanzt. Das Filtermaterial wird entsprechend dem angestrebten Reinigungsziel gewählt.

Retentionsbodenfilterbecken mit einem dem Einlauf- und Verteilungsbauwerk (EBw/VBw) gegenüberliegenden Filterbeckenüberlauf (FÜ) nennt man Durchlauffilterbecken (DFiB).

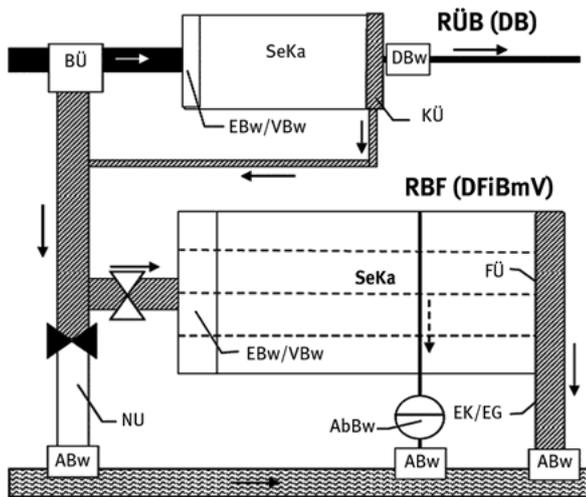
Im Mischsystem wird in der Regel ein Teil der zur Retentionsbodenfilteranlage fließenden Mischwassermenge über die Vorstufe (bevorzugt Durchlaufbecken) gedrosselt dem Klärwerk zugeführt. Ein weiterer Teilstrom (Klärüberlaufwassermenge beim Durchlaufbecken) wird im Retentionsbodenfilterbecken gereinigt und danach in der Regel in ein Gewässer eingeleitet. Wird der dritte Teilstrom (Beckenüberlaufwassermenge beim Durchlaufbecken) direkt in das Gewässer eingeleitet spricht man von Teilstrombehandlung (Bild 12). Wird – mit dem Ziel einer zusätzlichen Sedimentation – auch der dritte Teilstrom (Beckenüberlaufwassermenge beim Durchlaufbecken) im Durchlauffilterbecken behandelt, spricht man von Vollstrombehandlung (Bild 13).

Tabelle 5: Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Retentionsbodenfilterbecken

Funktion	Retentionsbodenfilterbecken (RBF)	
Entwässerungssystem	Mischsystem und Trennsystem (Regenwasserkanalisation)	
Art	Durchlauffilterbecken (DFiB)	
Anordnung	Hauptschluss (HS)	
Behandlung	Vollstrombehandlung (DFiBmV)	Teilstrombehandlung (DFiBmT)
Bauwerkskomponenten	Einlauf- und Verteilungsbauwerk (EBw/VBw)	
	Retentionsraum/Sedimentationskammer (SeKa)	
	Filterkörper (FK)	
	Filtervegetation (FV)	
	Dränsystem (DS)	
	Ablaufbauwerk (AbBw)	
	Abdichtung (AD)	
	Notentleerung (NE)	
	Filterbeckenüberlauf (FÜ)	
	Notumlauf (NU)	
	Entlastungskanal/Entlastungsgraben (EK/EG)	
Auslaufbauwerk (ABw)		



**Bild 12:** Schematische Darstellung einer Retentionsbodenfilteranlage mit Teilstrombehandlung (Mischsystem). Vorstufe: Durchlaufbecken im Hauptschluss



**Bild 13:** Schematische Darstellung einer Retentionsbodenfilteranlage mit Vollstrombehandlung (Mischsystem). Vorstufe: Durchlaufbecken im Hauptschluss

Bei der Teilstrombehandlung ist die hydraulische Belastung des Einlauf- und Verteilungsbauwerks und der Bodenfilteroberfläche einschließlich der Filtervegetation deutlich geringer als bei der Vollstrombehandlung. Auch der bauliche Aufwand reduziert sich bei der Teilstrombehandlung deutlich.

Retentionsbodenfilterbecken können bei Belastung außerhalb der Bemessungsvorgaben kolmatieren. Sie müssen dann zum Zwecke der Regeneration zeitweise außer Betrieb genommen werden. Durch einen Notumlauf ist sicherzustellen, dass in diesem Fall zumindest der Betrieb der Vorstufe aufrechterhalten werden kann.

## 5.5 Regenrückhalteanlagen (RRA)

### 5.5.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenrückhalteanlagen

In Kanalnetzen angeordnete Regenrückhalteanlagen dienen der vorübergehenden Speicherung von Regenwasser und Mischwasser, um die Kanalnetze vor Überlastung zu schützen und deren Dimensionen zu begrenzen. Werden Reckenrückhalteanlagen vor Einleitung in ein Gewässer angeordnet, dienen sie dem Schutz des Gewässers und dem Schutz der Unterlieger vor Überflutung. In Abhängigkeit von ihrer Art und Anordnung bestehen sie aus den Komponenten, die in Tabelle 6 aufgeführt sind.

Geschlossene Regenrückhalteanlagen werden bevorzugt in bebauten Gebieten für unbehandeltes Mischwasser errichtet. Offene Rückhalteanlagen für Regenwasser und behandeltes Mischwasser werden bevorzugt in kostengünstiger Erdbauweise hergestellt. Die Anforderungen an die Dichtheit dieser Anlagen sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Lage außerhalb von Wasserschutzgebieten, bei niedrigen Grundwasserständen, Aufbau des Untergrunds und großen Flurabständen) zu überprüfen und mit der Aufsichtsbehörde im Einzelfall abzustimmen. Bei nicht gedichteten Erdbecken ist sicherzustellen, dass der versickernde Anteil über eine biologisch aktive Bodenzone dem Grundwasser zugeführt wird.

Regenrückhalteanlagen im Trennsystem sollten möglichst ohne Dauerstau gebaut werden. Aus hygienischen Gründen darf im Mischsystem kein Dauerstau in Regenrückhalteanlagen vorgesehen werden.

Regenrückhalteanlagen begünstigen bei großen Volumina und bei langen Entleerungszeiten die Sedimentation des zugeführten Abwassers. Dies ist bei Regenrückhalteanlagen vor Einleitung in ein Gewässer durchaus erwünscht und kann durch entsprechende Gestaltung begünstigt werden. Bei in die Kanalisation integrierten Regenrückhaltebecken ist im Regelfall keine Sedimentation erwünscht. Die Bauform ist deshalb so zu wählen, dass keine Ablagerungen entstehen oder diese wieder ausgetragen werden. Gegebenenfalls sind Reinigungseinrichtungen vorzusehen.

Tabelle 6: Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenrückhalteanlagen

Funktion	Regenrückhalteanlagen (RRA)								
Entwässerungssystem	Mischsystem				Trennsystem (Regenwasserkanalisation)				
Art	Regenrückhaltebecken (RRB)		Regenrückhaltekanäle (RRK)		Regenrückhaltebecken (RRB)		Regenrückhaltekanäle (RRK)		Regenrückhaltegräben (RRG)
Anordnung	Hauptschluss (HS)	Nebenschluss (NS)	Hauptschluss (HS)	Nebenschluss (NS)	Hauptschluss (HS)	Nebenschluss (NS)	Hauptschluss (HS)	Nebenschluss (NS)	Hauptschluss (HS)
Bauwerkskomponenten	---	Trennbauwerk (TB)	---	Trennbauwerk (TB)	---	Trennbauwerk (TB)	---	Trennbauwerk (TB)	---
Zulaufbauwerk (ZBw) – bei Erdbecken –									
Notüberlauf (NÜ)									
Speicherkammer (SpKa)									
Drosselbauwerk (DBw)									
Notentleerung (NE)									
ggf. Entlastungskanal/-graben (EK/EG)									
Auslaufbauwerk (ABw)									

Bei Mischsystemen können kostengünstige Regenrückhalteanlagen in Erdbauweise nur in Kombination mit vorgeschalteten Regenwasserentlastungs- oder Regenwasserbehandlungsanlagen gebaut werden. Dem erhöhten Risiko einer Verlegung des Drosseleinlaufs durch Grobstoffe (z. B. Äste) ist durch konstruktive Maßnahmen zu begegnen.

Für den Überlastungsfall ist jede Regenrückhalteanlage mit einem Notüberlauf auszustatten. Dieser ist für den maximalen Zufluss  $Q_{0,max}$  auszulegen, der sich einstellt, wenn das Wasser beginnt aus der Kanalisation auszutreten (Überflutungsbeginn).

Vorrangig erfolgt die Entlastung in ein Gewässer. Bei Regenrückhaltebecken im Kanalnetz sind eine Entlastung in den weiterführenden Kanal, eine oberflächige Ableitung über Straßen mit Hochbordsteinen oder in Geländemulden weitere Möglichkeiten. Die Austrittswege des Wassers (Kanaldeckel, Straßeneinläufe u. a.) sind zu ermitteln; die schadhlose Ableitung ist unter Berücksichtigung der Verkehrssicherungspflicht nachzuweisen. Bei Notentlastung in das weiterführende Kanalnetz kann der Überlauf in das Drosselbauwerk integriert werden.

### 5.5.2 Regenrückhaltebecken (RRB)

Regenrückhaltebecken sind kompakte, offene oder geschlossene Bauwerke. Sie werden im Haupt- und im Nebenschluss angeordnet.

Regenrückhaltebecken entsprechend der schematischen Darstellung der Bilder 14 und 15 werden zur Entlastung des weiterführenden Kanalnetzes erstellt.

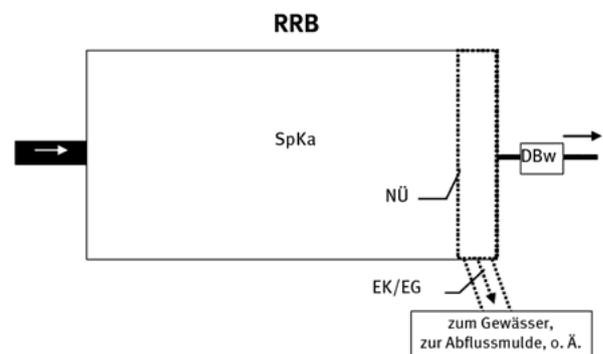
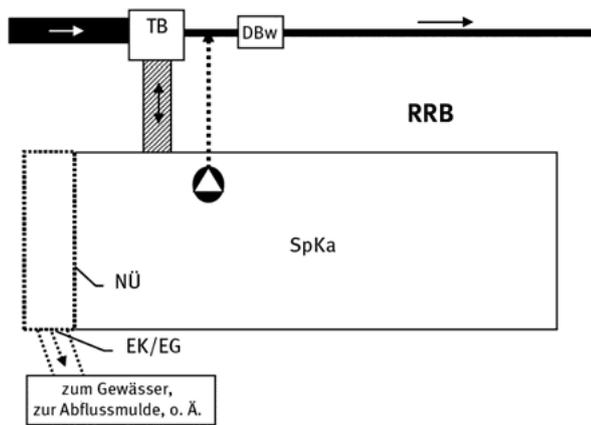
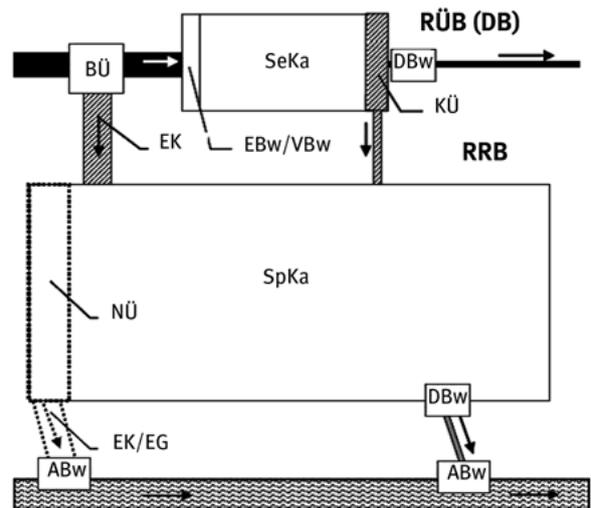


Bild 14: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Kanalnetz (Mischsystem/Trennsystem, Hauptschluss)



**Bild 15: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Kanalnetz (Mischsystem/Trennsystem, Nebenschluss)**

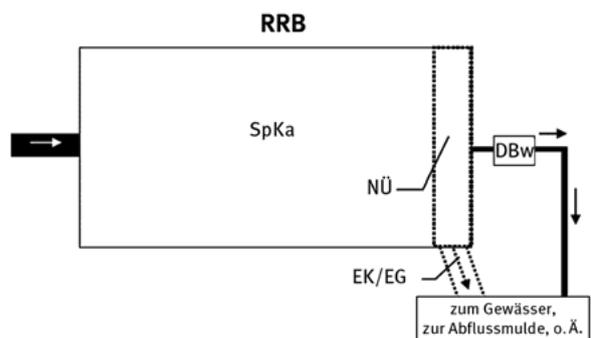


**Bild 16: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens zur Drosselung von entlastetem Mischwasser vor der Einleitung in ein Gewässer**

Bei der Anordnung nach Bild 16 hat das Regenrückhaltebecken die Aufgabe, den aus einem Regenüberlaufbecken entlasteten Volumenstrom gewässerverträglich zu drosseln. Regenrückhaltebecken im Regenwasserkanal eines Trennsystems entsprechend Bild 17 dienen ebenfalls der Reduzierung des Regenwasserabflusses zum Schutz des Gewässers vor hydraulischer Überlastung.

Ist bei einem im Regenwasserkanal eines Trennsystems angeordneten Regenrückhaltebecken vor der Einleitung in ein Gewässer die Rückhaltung sedimentierbarer Stoffe erforderlich, empfiehlt sich die Anordnung einer Absetzzone in der Speicherkammer. Bei Erdbecken ist die Sohle zu befestigen und eine Zufahrt zur Sedimenträumung zu planen.

Ist im Zusammenhang mit dem Bau eines Retentionsbodenfilterbeckens zusätzlich die Anordnung eines Regenrückhaltebeckens erforderlich, sollte mit dem Ziel einer Kosten- und Flächenreduzierung geprüft werden, ob der erforderliche Rückhalteraum in Form einer Regenrückhaltelamelle (RRL) über dem Retentionsraum des Retentionsbodenfilterbeckens angeordnet werden kann.



**Bild 17: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltebeckens im Regenwasserkanal eines Trennsystems mit gedrosselter Einleitung in ein Gewässer**

### 5.5.3 Regenrückhaltekanäle (RRK)

Regenrückhaltekanäle sind langgestreckte Regenrückhalteanlagen in Rohrform. Häufig werden sie als Transportkanäle mit vergrößerter Nennweite erstellt und werden überwiegend als Regenrückhalteanlagen im Kanalnetz (Bild 18) und vor Einleitungen in Gewässer (Bilder 19 und 20) eingesetzt. Aus betrieblichen Gründen und zur effektiveren Ausnutzung des Speicherraums kann eine Aufteilung der Rückhaltekanäle durch Kaskadenbauwerke in Speicherkaskaden sinnvoll sein. Die Ausführungen in 5.3.5 gelten sinngemäß.

Eine dauerhafte Ablagerung von Sedimenten sollte generell verhindert werden. Erforderlichenfalls sind Reinigungseinrichtungen vorzusehen.

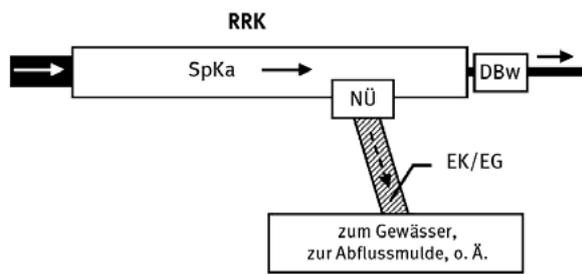


Bild 18: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals innerhalb des Kanalnetzes (Hauptschluss)

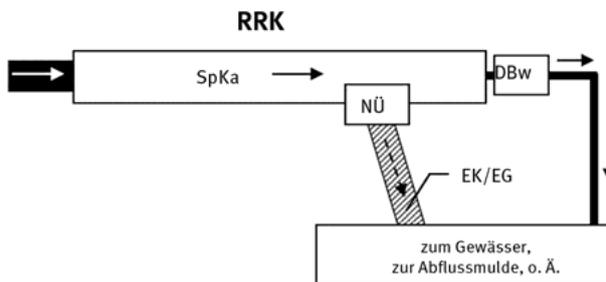


Bild 19: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals vor Einleitung in ein Gewässer (Hauptschluss)

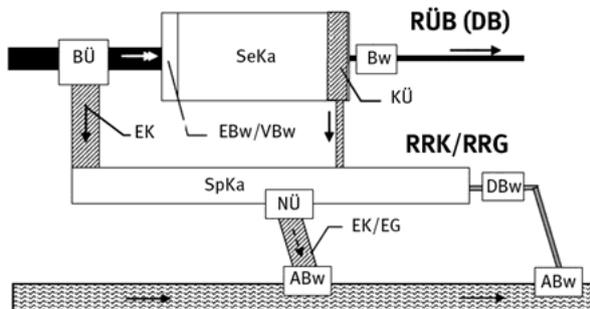


Bild 20: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltekanals oder -grabens zur Drosselung von entlastetem Mischwasser vor der Einleitung in ein Gewässer

### 5.5.4 Regenrückhaltegräben (RRG)

Regenrückhaltegräben sind offene, langgestreckte Regenrückhalteanlagen in Erdbauweise. Sie werden überwiegend für die gedrosselte Ableitung von Regenwasser in der Trennkanalisation eingesetzt (Bild 21). Außerdem kommen sie zur Abflussdämpfung von Regenwasser und behandeltem Mischwasser vor der Einleitung in ein Gewässer zur Anwendung (Bild 22).

Die Speicherfunktion von Regenrückhaltegräben mit starkem Gefälle kann wie bei Regenrückhaltekanälen durch den Einbau von Kaskadenbauwerken verbessert werden. Die Ausführungen in 5.3.5 gelten sinngemäß.

Folgende Punkte sind bei der Planung zu berücksichtigen:

- erhöhter Flächenbedarf und Unterhaltungsaufwand,
- erhöhter Aufwand für Grundstückszufahrten sowie kreuzende Ver- und Entsorgungsleitungen,
- erhöhte Schmutzstofffracht durch Erosion und Feststoffeintrag.

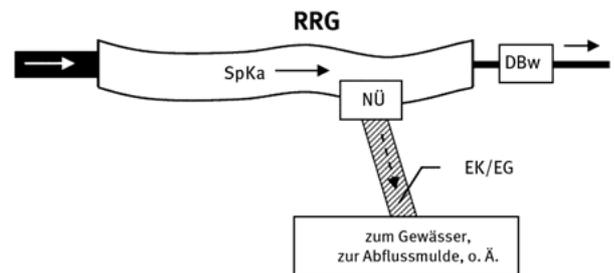


Bild 21: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltegrabens im Kanalnetz (Hauptschluss)

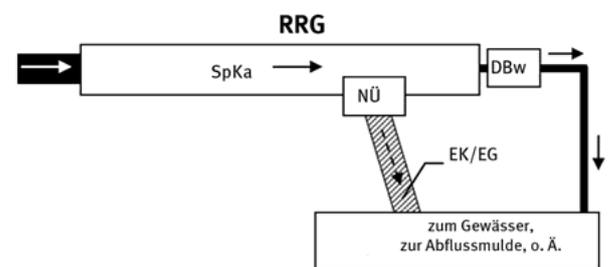


Bild 22: Schematische Darstellung eines Regenrückhaltegrabens vor Einleitung in ein Gewässer (Hauptschluss)

## 5.6 Regenklärbecken (RKB)

### 5.6.1 Unterscheidungsmerkmale und Grundsätze zu Regenklärbecken

Regenklärbecken werden in der Regenwasserkanalisation eingesetzt, wenn das abgeleitete Niederschlagswasser vor Einleitung in ein Gewässer einer Behandlung bedarf. Sie haben die Aufgabe, das Regenwasser zumindest grob zu entschlammern und gleichzeitig Schwimmstoffe und Leichtflüssigkeiten, aber auch Schwerflüssigkeiten zurückzuhalten.

Außerdem können Fehlanschlüsse, unerlaubte Einleitungen und Einschüttungen durch den Betrieb von Regenklärbecken festgestellt werden.

Nach ihrer Bauart werden unterschieden:

- Regenklärbecken ohne Dauerstau (nicht ständig gefüllt),
- Regenklärbecken mit Dauerstau (ständig gefüllt).

In Abhängigkeit von ihrer Art bestehen Regenklärbecken aus den Komponenten der Tabelle 7.

Da von Regenklärbecken im Allgemeinen keine Geruchsemissionen ausgehen, sollten sie vorzugsweise als offene Becken ausgeführt werden.

### 5.6.2 Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKBoD)

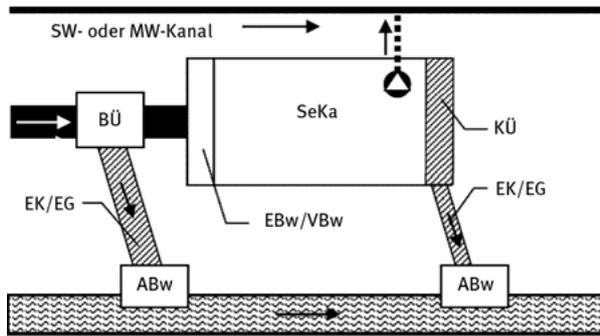
Nicht ständig gefüllte Regenklärbecken (Regenklärbecken ohne Dauerstau) sind für den Gewässerschutz wirksamer als Regenklärbecken mit Dauerstau. Sie sind daher zu bevorzugen. Hinsichtlich ihrer Art entsprechen sie den Regenüberlaufbecken in Mischwassernetzen.

Regenklärbecken ohne Dauerstau können als Fangbecken ausgebildet werden, wenn bei kurzen Fließzeiten in der Regenwasserkanalisation ein stark verschmutzter Erstabfluss zu erwarten ist.

Regenklärbecken ohne Dauerstau werden vorzugsweise als Durchlaufbecken ausgebildet, wenn kein stark verschmutzter Spülstoß zu erwarten ist. Sie besitzen in der Regel einen vorgeschalteten Beckenüberlauf, ein Einlauf- und Verteilungsbauwerk wie Durchlaufbecken im Mischsystem, einen gedrosselten Klärüberlauf mit Tauchwand sowie eine Entleerungsvorrichtung in einen Schmutz- oder Mischwasserkanal (Bild 23).

Tabelle 7: Unterscheidungsmerkmale und Komponenten von Regenklärbecken

Funktion	Regenklärbecken RKB	
Entwässerungssystem	Trennsystem (Regenwasserkanalisation)	
Art	Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKBoD)	Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD)
	Fangbecken (FB)	Durchlaufbecken (DB)
Bauwerkskomponenten	Beckenüberlauf (BÜ)	
	---	Einlauf- und Verteilungsbauwerk (EBw/VBw)
	Speicherkammer (SpKa)	Sedimentationskammer (SeKa)
	---	Klärüberlauf (KÜ)
	Entlastungskanal/-graben (EK/EG)	
	Auslaufbauwerk (ABw)	



**Bild 23: Schematische Darstellung eines als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenklärbeckens ohne Dauerstau**

Der Entleerungsvorgang von Regenklärbecken ohne Dauerstau ist mit dem Betreiber von Kanalnetz und Klärwerk sowie mit der Aufsichtsbehörde abzustimmen. Die Entleerungsleitung wird in der Regel nur vorübergehend zum Zweck der Beckenentleerung und -reinigung geöffnet.

Durch ständig geöffnete Entleerungsleitungen wird aus dem aufnehmenden Schmutzwasserkanal ein Mischwasserkanal. Dies erfordert Maßnahmen, die einen Rückstau von Abwasser in den Regenwasserkanal verhindern. Die Auswirkungen auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Schmutzwasserkanals, auf das Klärwerk und auf die Schmutzfrachtberechnung sind nachzuweisen.

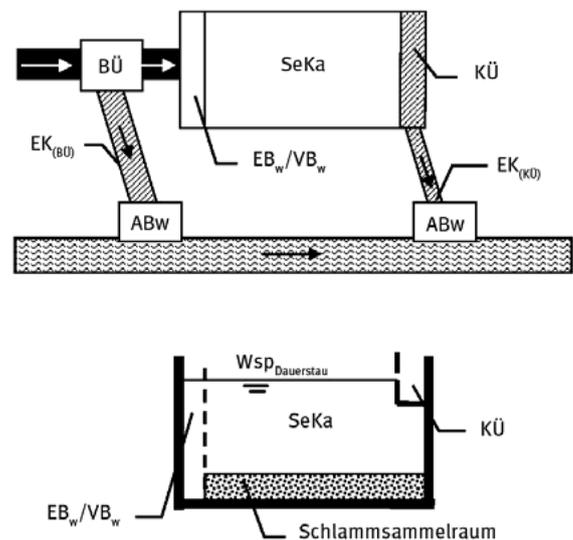
Um die Belastung des Klärwerks und des Schmutzwasser- oder Mischwasserkanals mit Regenwasser aus Regenklärbecken zu reduzieren, ist zu prüfen, ob es zweckmäßig ist, die sich nach Regenende ausbildende, von absetzbaren Stoffen freie Zone in das Gewässer zu entleeren. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn in flachen Netzen mit dem Regenklärbecken auch die Kanalisation im größeren Umfang eingestaut wird und sich dadurch die zum Klärwerk zu entleerende Regenwassermenge stark vergrößern würde.

Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und zu den bei Regenklärbecken ohne Dauerstau einzuhaltenden Klärbedingungen sind in 7.2 und 7.4 enthalten.

### 5.6.3 Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD)

Regenklärbecken mit Dauerstau sind für den Gewässerschutz weniger wirksam als Regenklärbecken ohne Dauerstau.

Ständig gefüllte Regenklärbecken (Regenklärbecken mit Dauerstau) sind als Durchlaufbecken zu gestalten. Analog einem als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenklärbecken ohne Dauerstau besitzen sie in der Regel einen vorgeschalteten Beckenüberlauf, ein Einlauf- und Verteilungsbauwerk wie Durchlaufbecken im Mischsystem und einen gedrosselten Klärüberlauf mit Tauchwand. Meistens werden sie ohne Entleerungsvorrichtung in einen Schutz- oder Mischwasserkanal gebaut (Bild 24).



**Bild 24: Schematische Darstellung eines als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenklärbeckens mit Dauerstau, ergänzt durch einen Systemschnitt der Sedimentationskammer**

## 6 Beckenstandort, -anordnung und -ausbildung, Infrastruktur und Emissionen

### 6.1 Beckenstandort

Bei der Wahl des Beckenstandorts sind u. a. zu beachten:

- Abwasserableitung während der Bauzeit,
- Wasserhaltung beim Bau und Betrieb (Auftriebssicherheit),
- Topografie und Höhenlage der vorhandenen Kanäle,
- Verkehrsführung während der Bauzeit,
- spätere Wartung, Kontrolle und Instandhaltung,
- Ver- und Entsorgungsleitungen,
- Baufeld (Flächenverfügbarkeit, Grenzabstände),
- Auskunft über Altlasten, Kampfmittel und oberflächennahen Bergbau,
- Belange des Natur-, Boden- und Denkmalschutzes,
- ausreichender Abstand zum Einflussbereich von Anlagen, bei denen mit explosiven Stoffen und schweren Gasen gearbeitet wird.

Die Beckenlage sollte u. a. folgenden Anforderungen entsprechen:

- Lage des Bauwerks nahe am Gewässer, dadurch kurze Entlastungskanäle,
- Lage möglichst außerhalb eines Hochwasserbereichs bzw. Überschwemmungsgebiets,
- ausreichend breiter Gewässerschutzstreifen und/oder Gewässerunterhaltungsweg,
- günstiger Baugrund und niedriger Grundwasserstand,
- befestigte Zufahrtsmöglichkeit für Schwerlastfahrzeuge unter Berücksichtigung von Witterung und Winterbetrieb,
- kostengünstige Strom- und Brauchwasserversorgung sowie Telefon- oder Internetanschluss,
- Lage, insbesondere der Zugänge und Schachteinstiege, möglichst außerhalb des Straßenbereichs,
- keine störenden Emissionen (Gerüche, Geräusche),
- Reserveflächen für vorgesehene Erweiterungen verfügbar,
- standortgerechte Einbindung der Anlage als Beitrag zur Stadtplanung und zum Landschaftsschutz.

### 6.2 Beckenanordnung

Grundsätzliche Ausführungen zur Beckenanordnung (Hauptschluss, Nebenschluss, unechter Nebenschluss) werden in 5.1 behandelt. Ergänzend hierzu werden nachfolgend die unterschiedlichen betrieblichen, örtlichen und konstruktiven Vorgaben behandelt.

Die Anordnung im Hauptschluss hat folgende betriebliche und konstruktive Merkmale:

- die Beckenentleerung erfolgt in der Regel im natürlichen Gefälle,
- die Beckenreinigung kann unter bestimmten Bedingungen (gutes Gefälle, großer Abfluss) durch hydraulische Selbstreinigung ohne maschinelle Ausrüstung erfolgen. Eventuell ist eine aufwendigere Gestaltung der Beckensohle zur Unterstützung der Selbstreinigung erforderlich.

Die Anordnung im Nebenschluss hat folgende betriebliche und konstruktive Merkmale:

- es wird ein Trennbauwerk benötigt,
- die Entleerung des Nutzvolumens erfolgt erst nach Entleerung des Kanalnetzes,
- eine gezielte (bewirtschaftete) Entleerung des Nutzvolumens über das weiterführende Kanalnetz zur Abwasserbehandlungsanlage ist möglich,
- der Höhenverlust zur Ableitung des Trockenwetterabflusses ist in der Regel gering,
- die Nutzung von Grundstücken, die neben der Kanaltrasse liegen, ist möglich,
- das Becken kann als Notfallbecken zur Zwischenspeicherung von Schadstoffen genutzt werden,
- im Mischsystem ist eine Reduzierung des erforderlichen Nutzvolumens von Durchlaufbecken möglich.

Durch die Anordnung von Regenbecken im unechten Nebenschluss wird angestrebt, die Vorteile des Nebenschlusses zu nutzen und gleichzeitig dessen Nachteile zu mindern. Auch Becken im unechten Nebenschluss benötigen ein Trennbauwerk. Gegenüber der Anordnung im echten Nebenschluss hat der unechte Nebenschluss:

- entweder eine niedrigere Trennbauwerksschwelle (siehe 5.1: Bild 1, Variante 7),
- oder bei hoher Trennbauwerksschwelle eine Rückstauklappe zur teilweisen Beckenentleerung (siehe 5.1: Bild 1, Variante 6).

Damit wird erreicht, dass nur der unterhalb der niedrigen Trennbauwerksschwelle oder unterhalb der Rückstauklappe liegende Speicherraum durch Pumpen entleert werden muss. Dieser Teil kann auch zur gezielten Beckenbewirtschaftung oder als Notfallbecken eingesetzt werden.

In flachen Kanalnetzen tritt bei Regenüberlaufbecken mit hohen Trennbauwerksschwellen am Beckenüberlauf ein Austrag von Ablagerungen und Grobstoffen auf. Durch ein Absenken der Trennbauwerksschwelle kann der Feststoffaustrag reduziert werden.

Ausführungen über die höchste und niedrigste mögliche Höhenlage von Trennbauwerksschwellen enthält 8.2.

## 6.3 Beckenausbildung

### 6.3.1 Offene Becken – geschlossene Becken

Regenbecken können entweder offen oder geschlossen ausgebildet werden. Die Entscheidung darüber richtet sich vorrangig nach dem Standort des Regenbeckens, aber auch nach dessen Funktion, den Baugrundverhältnissen und den Geboten der Wirtschaftlichkeit.

**Offene Regenbecken** haben folgende Vorteile:

- optimale Übersichtlichkeit für Kontrolle,
- günstigere Wartung und Reinigung,
- gute Belichtung und Belüftung,
- geringere Unfallgefahr für das Betriebspersonal,
- in der Regel wirtschaftlichere Bau- und Betriebskosten.

Offene Regenbecken haben folgende Nachteile:

- Umzäunung erforderlich,
- hohe Materialbeanspruchung durch jahres- und tageszeitliche Temperaturunterschiede.

Aus Gründen des Immissionsschutzes, der Optik und der Ästhetik sollten beim Mischsystem offene Regenbecken in einem der ortsspezifischen Situation angemessenen Abstand zur Wohnbebauung errichtet werden. Auf dem Klärwerksgelände werden in der Regel offene Regenbecken gebaut.

**Geschlossene Regenbecken** haben folgende Vorteile:

- insgesamt geringerer Flächenbedarf,
- anderweitige Nutzung des Grundstücks möglich (z. B. Grünanlage, Parkierungsfläche),
- keine Betriebsstörungen durch mutwillig eingeworfene Fremdkörper (Steine, Holz u. Ä.) sowie durch Laubfall und Samenflug,
- keine Umzäunung erforderlich,
- geringere Materialbeanspruchung durch jahres- und tageszeitliche Temperaturunterschiede,

- geringere Frostgefahr.

Geschlossene Regenbecken haben folgende Nachteile:

- kostenintensiver,
- erhöhte Unfallgefahr für das Betriebspersonal.

### 6.3.2 Erdbecken – Massivbecken

Beim Trennsystem eignet sich die Erdbauweise insbesondere für Regenklärbecken mit Dauerstau, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhaltebecken und Regenrückhaltegräben, da diese Anlagen nicht nach jedem Ereignis entschlammt werden müssen und Geruchsbelästigungen nicht zu erwarten sind.

Beim Mischsystem kommt die Erdbauweise für Regenrückhalteanlagen in Frage, denen eine Behandlungsanlage vorgeschaltet ist. Auch Retentionsbodenfilterbecken im Mischsystem werden in Erdbauweise errichtet.

Erdbecken ermöglichen es, von streng geometrischen Grundrissen wie Rechteck und Kreis abzuweichen und eröffnen dadurch dem Planer gestalterische Spielräume. Flache Böschungen erlauben eine landschaftsgerechte Einbindung.

Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle, Regenklärbecken und Regenrückhaltebecken im Mischwassernetz werden überwiegend als Massivbecken in Stahlbeton erstellt. Es gibt aber auch Ausführungen in Stahl, Edelstahl oder in Kunststoff.

## 6.4 Infrastruktur

Mit zunehmender Beckengröße und technischer Ausrüstung steigen die Anforderungen an eine den Betriebs- und Wartungsbedürfnissen entsprechende Infrastruktur. Dazu gehört auch eine leicht überschaubar- und begreifbare Konfiguration der Gesamtanlage.

Für gelegentliche manuelle Beckenreinigungsarbeiten ist ein Wasseranschluss wünschenswert. Das Wasser kann aus dem öffentlichen Versorgungsnetz entnommen werden. Aus ökologischer Sicht sollte jedoch Brauchwasser verwendet werden. Dieses kann über einen Brauchwasserspeicher entnommen werden aus:

- einem Gewässer,
- einem Grundwasserentnahmehrunnen (eventuell Absenkbrunnen aus der Bauphase),
- dem Klärwerksablauf.

Trinkwasseranschlüsse, die in den Abwasserbereich führen, müssen nach DIN 1988-100 und DIN EN 1717 ausgeführt werden. Die Entnahme von Grundwasser

oder von Wasser aus einem Oberflächengewässer bedarf grundsätzlich der wasserrechtlichen Erlaubnis.

Strom- und Internetanschluss sind im Hinblick auf die Option einer Fernüberwachung und Fernwirkung auch bei Regenbecken dringend zu empfehlen, die ohne Fremdenergie betrieben werden. Sind solche Anschlüsse nicht oder nur mit hohem Kostenaufwand realisierbar, ist ersatzweise auch der Einsatz von Solarzellen und Funk möglich. Unabhängig hiervon sind optional entsprechende Leerrohre vorzusehen.

Sanitäreinrichtungen wie Toiletten und Waschbecken können bei großen Anlagen sinnvoll sein.

Zur Infrastruktur gehört – zumindest bei größeren Regenbecken mit umfangreicher technischer Ausrüstung – auch die Bereitstellung eines Betriebsraums für die Aufbewahrung von Gerätschaften. Hier sollten auch die Schaltschränke und die Anlagen zur Fernüberwachung und Protokollierung untergebracht werden. Der Betriebsraum sollte immer überflur erstellt werden. Seine Integration in ohnehin erforderliche Bauteile (z. B. Pumpwerk) ist anzustreben. Ist dies nicht möglich, reicht in der Regel eine einfache Betriebshütte aus.

Zu allen wichtigen Anlagenteilen sind den Anforderungen entsprechende Zufahrts- und/oder Zugangsmöglichkeiten zu schaffen. Stellflächen und Wendeplätze sind vorzuhalten. Bei Zufahrten, Stellplätzen und Wendemöglichkeiten sollte die Flächenversiegelung möglichst gering gehalten werden (z. B. durch Spurwege, Schotterrasen oder Pflasterungen mit Rasenfugen). Befestigte Verkehrsflächen sind möglichst breitflächig über die Bankette zu entwässern.

Informationstafeln zum Bau und Betrieb erhöhen bei der Bevölkerung die Akzeptanz und das Verständnis für die Anlage.

## 6.5 Emissionen

Umweltbeeinträchtigungen durch Regenbecken können einerseits während der Bauzeit und andererseits im späteren Betrieb entstehen. Hierzu haben Bund, Länder und die Kommunen Vorgaben erlassen.

Werden Regenbecken im Mischsystem beim Abklingen des Regenereignisses zügig entleert und gereinigt (gute Selbstreinigung oder wirksame maschinelle Reinigung), kommt es nicht zu Fäulnisprozessen, die zur Korrosion, Vergiftungsgefahr und zu Geruchsemissionen, insbesondere durch Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), führen können.

Wiederkehrende Geräusche, die beim Einsatz von Maschinen auftreten können, werden häufig als störend empfunden. Sie können z. B. beim Entleeren von Spülkippen und Unterdruckkammer-Anlagen, beim Betrieb von Entleerungspumpen und von Belüftungsaggregaten für Geschiebeschächte auftreten. Auch bei Rührwerken und Strahlreinigern sind störende Geräusche möglich, wenn diese am Ende des Entleerungsvorgangs Luft anziehen. Abhilfe ist durch zusätzliche Schallisolation (z. B. Schallschutzhaube bei Aggregaten) oder steuertechnische Maßnahmen (z. B. kein Betrieb von Reinigungseinrichtungen oder Aggregaten während der Nachtstunden) möglich. Auch Plätscher- und Fallgeräusche des Wassers bei Überfallschwellen oder am Auslauf von Pumpendruckleitungen können als störend empfunden werden. Diese Emissionen können z. B. durch Reduzierung der Fallhöhe, hoch gezogene Sohlenprofilierung oder Abdeckungen verringert werden.

Da in Regenbecken keine verstärkte Oberflächenturbulenz durch Belüftungseinrichtungen erzeugt wird, liegt keine nennenswerte Aerosolbildung vor. Belüftete Geschiebeschächte haben eine so kleine Oberfläche, dass dort die Aerosolbildung ebenfalls vernachlässigbar ist.

Bei Regenbecken muss die Technische Anleitung Luft (TA Luft) im Regelfall nicht berücksichtigt werden; die Technische Anleitung Lärm (TA Lärm) ist gegebenenfalls zur Beurteilung der Geräuschemissionen zu beachten.

## 7 Gestaltung von Massivbecken als Regenüberlaufbecken und Regenklärbecken

### 7.1 Rechteckbecken als Regenüberlaufbecken im Mischsystem

#### 7.1.1 Rechteckbecken als Fangbecken

Wesentliche Bauwerkskomponenten rechteckiger Fangbecken sind:

- eine rechteckige Speicherkammer,
- ein Beckenüberlauf,
- ein Drosselbauwerk.

Schematisch sind sie in Bild 2 (Hauptschluss) und Bild 3 (Nebenschluss) dargestellt (siehe 5.2.2). Im Gegensatz zu rechteckigen Durchlaufbecken werden an die konstruktive Gestaltung der Speicherkammer hinsichtlich des Gewässerschutzes keine Anforderungen gestellt. Das Verhältnis von Länge zu Breite der Speicherkammer kann frei gewählt werden. Es ist aber darauf zu achten, dass mit dem vorgesehenen Reinigungsverfahren die Beckensohle leicht gereinigt werden kann. Neue rechteckige Fangbecken werden in der Regel mit ebener Sohle ausgebildet. Als Schlangengerinne ausgebildete Höckersohlen sind selbstreinigend, werden aber aus Kostengründen nicht mehr gebaut. Der Nachweis von speziellen Klärbedingungen in der Speicherkammer von Fangbecken ist nicht erforderlich. Anforderungen an den Beckenüberlauf enthält 8.1.3. Anforderungen an das Drosselbauwerk enthält 8.2.

#### 7.1.2 Rechteckbecken als Durchlaufbecken

Wesentliche Bauwerkskomponenten rechteckiger Durchlaufbecken sind:

- eine rechteckige Sedimentationskammer,
- ein Einlauf- und Verteilungsbauwerk,
- ein Klärüberlauf mit Tauchwand,
- ein Beckenüberlauf,
- ein Drosselbauwerk.

Schematisch sind Rechteckbecken als Durchlaufbecken in Bild 4 (Hauptschluss) und Bild 5 (Nebenschluss) dargestellt (siehe 5.2.3).

Gemäß den Ausführungen in 5.2.3 haben Durchlaufbecken zusätzlich zur Speicherung von Abwasser die Aufgabe, mechanisch geklärtes Wasser über den Klärüberlauf einem Gewässer zuzuführen. Deshalb werden sowohl an die konstruktive Gestaltung des Einlauf- und Verteilungsbauwerks als auch an die Gestaltung der Sedimentationskammer rechteckiger Durchlaufbecken und an die Konstruktion des Klärüberlaufs hohe Anforderungen gestellt.

Das Einlauf- und Verteilungsbauwerk hat die Aufgabe, das zufließende Mischwasser gleichmäßig verteilt und richtungsstabil und weitgehend ohne Dreh- und Kurzschlussströmungen in die langgestreckte Sedimentationskammer einzuleiten, sodass über den gesamten Querschnitt der Sedimentationskammer eine möglichst gleichmäßige Durchströmung erfolgt. Schräge Einleitungen des Zulaufkanals in die Sedimentationskammer sind zu vermeiden.

Folgende Einlaufkonstruktionen sind bei Rechteckbecken denkbar (Bild 25):

##### Anordnung im Hauptschluss:

- tief liegender Rohreinlauf ohne zusätzliche Einbauten (Variante 1),
- tief liegender Rohreinlauf mit Prallplatte (Variante 2),
- tief liegende Rohreinläufe im Spülsumpf unterhalb der Beckensohle (Variante 3),

##### Anordnung im Nebenschluss oder unechtem Nebenschluss:

- Überfallwehr (Variante 4),
- Überfallwehr mit Leitelement (Variante 5),
- Überfallwehr mit Lamellenwand (Variante 6).

Als Ergebnis einer Bewertung ist festzuhalten:

- Tief liegende Rohreinläufe ohne zusätzliche Einbauten nach Variante 1 sind nicht zu empfehlen. Alle anderen Konstruktionen können angewandt werden.
- Die Varianten 2 und 3 sind bei rechteckigen Durchlaufbecken im Hauptschluss ohne Umlenkung der Strömung kostengünstig realisierbar.
- Bei rechteckigen Durchlaufbecken im Nebenschluss muss die tangential ankommende Strömung beim Einlauf in die Sedimentationskammer am Trennbauwerk um 90° umgelenkt werden.
- Die Varianten 4 bis 6 stellen dafür Einlaufkonstruktionen dar und bringen in der Reihenfolge ihrer Aufzählung bessere Ergebnisse.
- Variante 6 ist wirksam, aber relativ teuer.

Falls der Beckenüberlauf in der Sedimentationskammer angeordnet werden soll, bietet sich die Anordnung eines Einlaufs mit Beschickung entgegen der Durchströmungsrichtung als strömungsgünstige Lösung an (Bild 26). In Kombination mit dem Trennbauwerk erhält man eine kompakte und preiswerte Konstruktion.

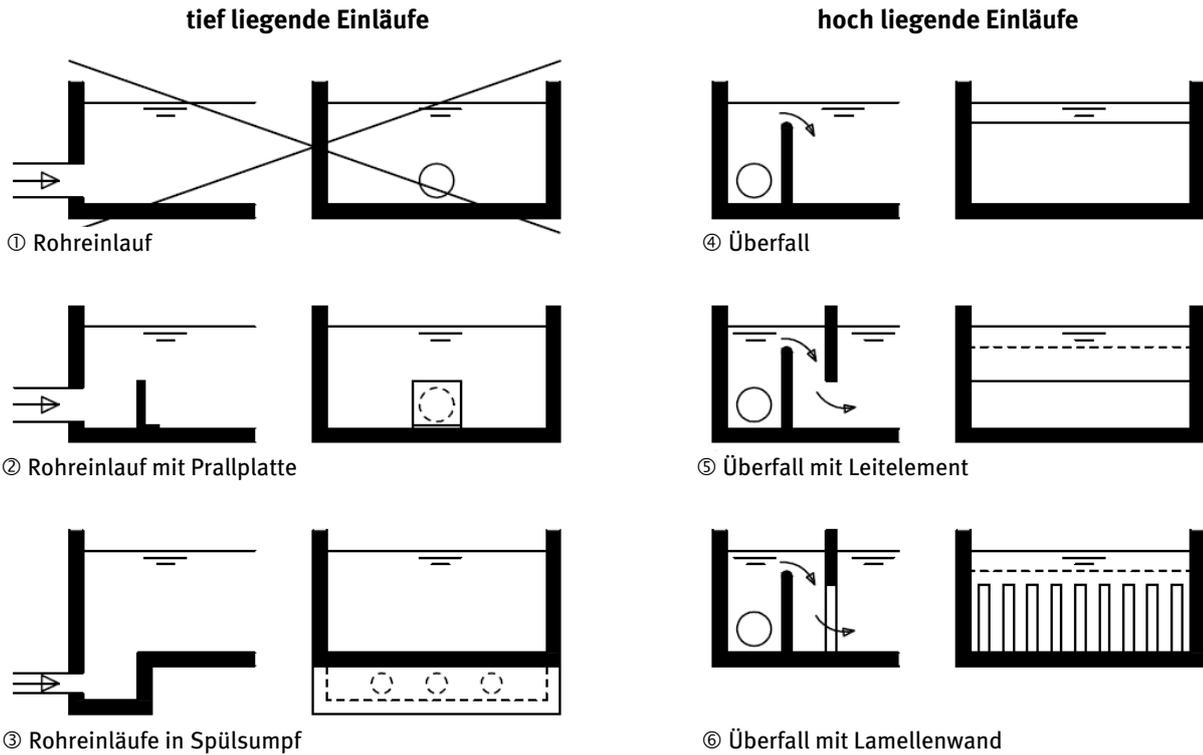


Bild 25: Varianten der Einlaufgestaltung bei rechteckigen Durchlaufbecken (Mischsystem)

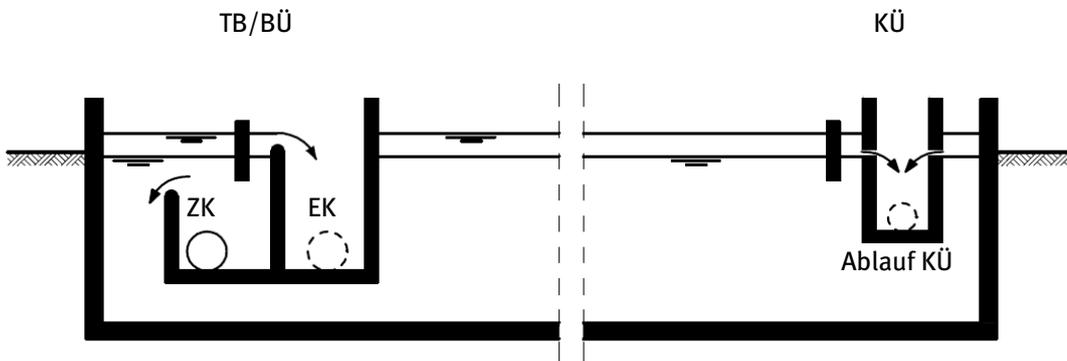


Bild 26: Schematische Darstellung der Ein- und Überlaufgestaltung eines rechteckigen Durchlaufbeckens im Nebenschluss mit Beschickung der Sedimentationskammer entgegen der Durchströmungsrichtung, in Kombination mit dem Beckenüberlauf

Neben der Gestaltung des Einlauf- und Verteilungsbauwerks ist die Form der rechteckigen Sedimentationskammer von Bedeutung für eine gute Abscheidung der sedimentierbaren Stoffe. Die Sedimentation in der Kammer wird begünstigt, wenn die relativen Abmessungen (Länge  $l_{DB}$ , Breite  $b_{DB}$ , mittlere Wassertiefe bis zum Klärüberlauf  $h_{DB}$ ) wie folgt gewählt werden:

$$6 \leq l_{DB} : h_{DB} \leq 15$$

$$3 \leq l_{DB} : b_{DB} \leq 4,5$$

$$2 \leq b_{DB} : h_{DB} \leq 4$$

Dies führt zu langen, schmalen Rechteckbecken, deren Umsetzung jedoch in der Praxis durch die örtlichen Vorgaben, insbesondere bei kleinen Regenbecken, Grenzen gesetzt sind. Werden große Rechteckbecken in Kammern unterteilt, gelten die oben genannten Vorgaben für jede Einzelkammer. Um Querströmungen zu verhindern, sollte die Trennung der einzelnen Kammern durch Wände und nicht durch Stützen erfolgen.

Der Klärüberlauf sollte über die gesamte ablaufseitige Beckenbreite angeordnet werden, damit er gleichförmig und richtungsstabil angeströmt wird. Für den Rückhalt von Schwimmstoffen (z. B. Fette und Öle) ist dem Klärüberlauf eine Tauchwand vorzuschalten. Der Klärüberlauf wird ungedrosselt als freier Überfall ausgebildet. Gedrosselt wird er als schräg aufsteigender Auslaufschlitz oder als selbstregulierender Auslaufschlitz ausgeführt. In diesen Fällen kann der Auslaufschlitz gleichzeitig die Funktion einer Tauchwand zur Rückhaltung von Schwimmstoffen in der Sedimentationskammer übernehmen. Auslaufschlitze ohne bewegliche Teile bewirken jedoch bei gleicher Höhe des Klärüberlaufs einen zusätzlichen Aufstau.

Ein der Sedimentationskammer vorgeschalteter Beckenüberlauf hat die Aufgabe, den nicht über das Drosselorgan und den Klärüberlauf abgeleiteten Volumenstrom zu entlasten. Er darf erst nach der Füllung der Sedimentationskammer und bei Zuflüssen im Zulaufkanal über dem kritischen Zufluss  $Q_{krit}$  mit der Entlastung beginnen. Die Schwelle des Beckenüberlaufs liegt daher mindestens auf der Höhe des Wasserstands am Klärüberlauf bei Zufluss von  $Q_{krit}$ . Um den Feststoffaustrag am Beckenüberlauf zu begrenzen, sollte durch lange Schwellen die spezifische Schwellenbelastung möglichst klein sein und im Idealfall beim Zufluss  $Q_{0(n=1)}$  den spezifischen Wert von  $300 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m})$  nicht überschreiten. Nähere Ausführungen zur maximalen zulässigen Belastung von Beckenüberläufen enthält 8.1.3. Springt in vorentlasteten Netzen der Beckenüberlauf weniger als zehnmal jährlich an, kann bei Durchlaufbecken auf einen Beckenüberlauf verzichtet werden.

Anforderungen an Drosselbauwerke enthält 8.2.

Im Gegensatz zu Fangbecken müssen bei Durchlaufbecken zusätzlich zum Nachweis des erforderlichen Nutzvolumens die Einhaltung von Klärbedingungen in der Sedimentationskammer samt Klärüberlauf nachgewiesen werden. Für rechteckige Durchlaufbecken gelten folgende Anforderungen (siehe Abschnitt 12: Tabelle 8):

- Oberflächenbeschickung  $q_A \leq 10 \text{ m}/\text{h}$  beim kritischen Mischwasserabfluss  $Q_{krit}$ ,
- horizontale Fließgeschwindigkeit  $v_h \leq 0,05 \text{ m}/\text{s}$  beim kritischen Mischwasserabfluss  $Q_{krit}$ ,
- spezifische Schwellenbelastung des Klärüberlaufs  $\leq 75 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m})$  beim kritischen Mischwasserabfluss ( $Q_{krit} - Q_{Dr}$ ) (siehe 8.1.4 und 9.3.4).

Bei Durchlaufbecken im Nebenschluss und unechtem Nebenschluss darf bei den vorstehenden Nachweisen der Drosselabfluss  $Q_{Dr}$  vom kritischen Mischwasserabfluss  $Q_{krit}$  abgezogen werden.

Bei Normalanforderungen wird der kritische Mischwasserabfluss mit der unabgeminderten kritischen Regenspende von  $15 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$  ermittelt. Wurden bei der Ermittlung des Nutzvolumens wegen einer besonderen Schutzbedürftigkeit des Gewässers weitergehende Anforderungen gestellt, so ist die kritische Regenspende für den Nachweis der Klärbedingungen im Verhältnis des Nutzvolumens bei weitergehenden Anforderungen zum Nutzvolumen bei Normalanforderungen zu erhöhen.

Bei über dem kritischen Abfluss liegenden Volumenströmen werden die genannten Werte überschritten. Bei der Konstruktion eines Durchlaufbeckens ist darauf zu achten, dass die Überschreitungen der Klärbedingungen, die mit einer Verschlechterung des Sedimentationsverhaltens einhergehen, nicht unnötig groß werden. Deshalb sollte die Höhendifferenz zwischen der Beckenüberlaufschwelle und dem Klärüberlauf nicht größer als das Maß  $h_{KÜ,krit}$  gewählt werden.

Hydrodynamik und Betriebsverhalten großer Durchlaufbecken sollten durch Modelluntersuchungen optimiert werden (beim Einsatz physikalischer Modelle ab ca.  $5.000 \text{ m}^3$  Nutzvolumen).

## 7.2 Rechteckbecken als Regenklärbecken im Trennsystem

Regenklärbecken werden entsprechend den Ausführungen in 5.6.2 bevorzugt als Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKBoD) ausgebildet. In konstruktiver Hinsicht gelten für rechteckige, als Fangbecken ausgebildete Regenklärbecken die Anforderungen gemäß 7.1.1. Für rechteckige, als Durchlaufbecken ausgebildete Regenklärbecken ohne nachgeschaltetem Retentionsbodenfilterbecken, gelten die Anforderungen und Nachweise gemäß 7.1.2.

Rechteckige Regenklärbecken mit Dauerstau werden als Durchlaufbecken ausgebildet. Es gelten wie bei Regenklärbecken ohne Dauerstau die Anforderungen und Nachweise nach 7.1.2 sinngemäß.

Bei der Gestaltung des Einlauf- und Verteilungsbauwerks ist zu berücksichtigen, dass Regenbecken mit fehlender Entleerungsmöglichkeit in einen Schmutz- oder Mischwasserkanal häufig nur in großen Zeitabständen gereinigt werden. Dann können in größerem Umfang Ablagerungen auf der Beckensohle liegen. In solchen Fällen kann durch die Anordnung hoch liegender Einläufe der Aufwirbelung bereits abgesetzten Schlamm entgegen gewirkt werden.

Bei Regenklärbecken mit Dauerstau beträgt deren Mindesttiefe 2 m; dies gilt auch für Erdbecken. Daraus ergibt sich im Zusammenwirken mit der beim kritischen Regenereignis von 15 l/(s·ha) einzuhaltenen Oberflächenbeschickung von 10 m/h ein erforderliches Nutzvolumen von ca. 10 m<sup>3</sup>/ha angeschlossener abflusswirksamer Fläche. Dieser Wert wird häufig auch für die Festlegung des Nutzvolumens von Regenklärbecken ohne Dauerstau verwendet. Bei Regenklärbecken mit Dauerstau und seltener Reinigung der Beckensohle ist zusätzlich zum Nutzvolumen ein Volumenzuschlag für die SchlammSpeicherung zu berücksichtigen, dessen Größe u. a. vom Reinigungsintervall abhängt. Häufig wird ein Wert von 1 m<sup>3</sup> je Hektar abflusswirksamer Fläche verwendet. Das entspricht einem Zuschlag von 10 %.

Für Abwehrmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten sollte bei Regenklärbecken mit Dauerstau die Ablaufleitung des Klärüberlaufs mit einem Absperrschieber ausgestattet werden. Das zusätzlich zum Nutzvolumen aktivierbare Speichervolumen für eine vorübergehende Zurückhaltung von Leichtflüssigkeiten sollte mindestens 5 m<sup>3</sup> betragen.

Regenklärbecken mit Dauerstau werden als Massivbecken oder als Erdbecken ausgeführt. Bei Regenklärbecken in Erdbauweise sind die Sohle und die Böschungen dauerhaft abzudichten. Zur Entnahme des anfallenden Schlammes ist die Sohle zu befestigen und eine Zufahrt für das Räumfahrzeug vorzusehen.

Insbesondere bei offenen Regenklärbecken mit Dauerstau besteht im Winter die Gefahr des Einfrierens. Entsprechende Notüberläufe sind vorzusehen. Zur Vermeidung von Eisbildung sollten die Zulaufkanäle bei Regenklärbecken mit Dauerstau nicht eingestaut werden.

Bei selten gereinigten Regenklärbecken mit Dauerstau sollte durch regelmäßige Messungen der Füllstand des SchlammSammelraums dokumentiert werden, um eine rechtzeitige Räumung einleiten zu können. Die Beckenreinigung erfolgt in der Regel in zwei Schritten. Zuerst wird die Klarwasserzone entleert. Hierbei dürfen weder der Schlamm noch die Schwimmstoffe mit entnommen werden. Anschließend erfolgt die Restentleerung zusammen mit der Entschlammung der Beckensohle. Eine Zugangs- und Einsatzmöglichkeit für mobile Leichtstoffabscheider und Kanalsaugwagen ist bei der Planung zu berücksichtigen.

In mit Fremdwasser behafteten Netzen werden Regenklärbecken trotz vorhandener Entleerungsmöglichkeit mitunter mit Dauerstau betrieben. Das Regenklärbecken wird nach jedem Regenereignis entleert und gereinigt. Anschließend wird es vom Fremdwasser wieder gefüllt und als Regenklärbecken mit Dauerstau weiter betrieben.

## 7.3 Rundbecken als Regenüberlaufbecken im Mischsystem

### 7.3.1 Tangential angeströmte Rundbecken als Fangbecken

Wesentliche Bauwerkskomponenten tangential angeströmter runder Fangbecken sind:

- eine tangential angeströmte runde Speicherkammer,
- ein Beckenüberlauf,
- ein Drosselbauwerk.

Unter den verschiedenen Möglichkeiten der Beschickung wird die sohlennahe tangentiale Einleitung in die runde Speicherkammer bevorzugt angewendet. Die während der Beschickung durch den tangentialen Zulauf bewirkte Drehströmung erzeugt ihrerseits im Zusammenwirken mit dem in Beckenmitte oder nahe der Beckenmitte angeordneten Beckenablauf eine Sekundärströmung, welche die Abtrennung sedimentierbarer Stoffe begünstigt und diese sohlennah zur Beckenmitte transportiert.

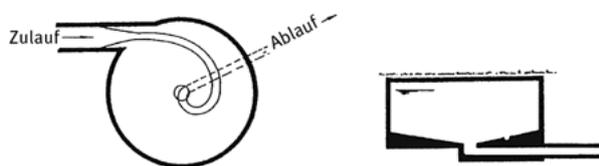
Bei tangential angeströmten Rundbecken wird unterschieden zwischen:

- Wirbelschachtbecken als Fang- oder Durchlaufbecken im Haupt- und Nebenschluss,

- Regenzyklonbecken als Fang- oder Durchlaufbecken im Haupt- und Nebenschluss,
- hydrodynamischen Abscheidern als Ersatz für Fangbecken im Hauptschluss.

#### Wirbelschachtbecken (WSB):

Wirbelschachtbecken haben einen tangentialen Zulauf und einen mittigen Ablauf (Bild 27). In Wirbelschachtbecken wird die spiralförmige Wirbelströmung durch Sekundärströmungen überlagert, die Schlamm- und Schmutzpartikel zur Beckenmitte hinführen. Die Beckensohle ist flach geneigt (2 % bis 5 %) und damit begehbar. Eine in die Beckensohle eingelassene Trockenwetterrinne führt zum mittigen Beckenablauf. Bei geschlossener Beckenausführung muss eine erforderliche Mittelstütze über der mittigen Ablauföffnung aufgeständert werden.



**Bild 27:** Schematische Darstellung eines Wirbelschachtbeckens als Fangbecken im Hauptschluss (Mischsystem). Der zugehörige Beckenüberlauf ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Einbauten (z. B. zusätzliche Stützen) sind in der Speicher- oder Sedimentationskammer zu vermeiden, da sie die Strömung empfindlich beeinträchtigen und Strömungstot- und -schwachzonen zur Folge haben, die zu verstärkten nierenförmigen Ablagerungen auf der Beckensohle führen.

Der Beckendurchmesser sollte nicht größer als 15 m sein. Bei Wirbelschachtbecken ab ca. 8 m Durchmesser und bei Nebenschlussbecken wird die Installation von starren Rührwerken zur Unterstützung der Beckenreinigung empfohlen. Auch bei kleineren Wirbelschachtbecken sollte die Option einer späteren Nachrüstung mit Rührwerken bedacht werden.

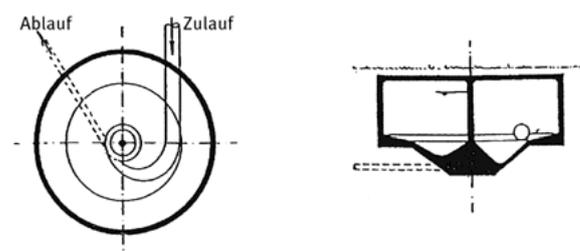
#### Regenzyklonbecken (RZB):

Tangential angeströmte Rundbecken ab ca. 10 m Durchmesser werden bevorzugt als Regenzyklonbecken ausgebildet. Im Vergleich zu Wirbelschachtbecken ist die Sohle aufwendiger gegliedert und der Höhenversatz zwischen Zu- und Ablaufkanal ist größer. Eine erhöhte Selbstreinigungskraft ermöglicht aber größere Speichervolumina als bei Wirbelschachtbecken.

Regenzyklonbecken haben einen exzentrischen Zulauf, der tangential an eine gedachte Innenkreisbahn von ca.  $1/2 r$  bis  $3/4 r$ , vorzugsweise  $2/3 r$  führt. Die Beckensohle ist gegliedert in einen flachen Außenkreisring (Neigung ca.  $5^\circ$  bis  $12^\circ$ , vorzugsweise  $8^\circ$ ), einen steiler

geneigten Mitteltrichter (mindestens  $25^\circ$  Neigung) und einen steilen Innenkegel (Neigung größer  $35^\circ$ , vorzugsweise  $45^\circ$ ) mit strömungsbedingter Mittelstütze, die auch bei offenen Regenzyklonbecken zu empfehlen ist (Mittelsäule). Der Beckenablauf ist exzentrisch angeordnet und erfolgt tangential von der umlaufenden Sohlenrinne zwischen Innenkegel und Mitteltrichter aus (Bild 28). Bei kleinen Regenzyklonbecken kann der Außenkreisring entfallen.

Regenzyklonbecken mit einem Durchmesser bis 20 m haben sich bewährt. Sind bei großen, geschlossenen Regenzyklonbecken aus statischen Gründen zusätzlich zur Mittelstütze noch weitere Stützen erforderlich, können diese im Brechpunkt von Außenkreisring zum Mitteltrichter angeordnet werden. Hierbei darf der tangentiale Zustrom in die Sedimentationskammer jedoch nicht gestört werden. Bei größeren Regenzyklonbecken mit sehr breitem Außenkreisring und Anordnung im Nebenschluss wird die Installation von Rührwerken zur Unterstützung der Beckenreinigung empfohlen oder sollte als Option für eine spätere Nachrüstung bedacht werden.



**Bild 28:** Schematische Darstellung eines Regenzyklonbeckens als Fangbecken im Hauptschluss (Mischsystem). Der zugehörige Beckenüberlauf ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

#### Hydrodynamische Abscheider (HA):

Hydrodynamische Abscheider sind speziell konstruierte Rundbecken für Sonderanwendungen. Der Zulauf erfolgt tangential, der Ablauf zentral in Beckenmitte (Bild 29). Durch die Wirbelströmungseffekte wird eine Konzentration von Feststoffen in Bodennähe erreicht, die mittig mit dem gedrosselten Abwasserstrom in Richtung Klärwerk weitergeleitet werden. Ein Beckenüberlauf wird in der Regel nicht vorgeschaltet. Hydrodynamische Abscheider sind weitgehend selbstreinigend und erfordern einen Abfluss, der deutlich größer als  $2 Q_{S,h,max} + Q_F$  sein muss. Sie dienen als kostengünstige Alternative zu kleinen Fangbecken mit einem Nutzvolumen  $< 100 \text{ m}^3$ . Konstruktion und Dimensionierung erfolgen in Absprache mit der Wasserbehörde.

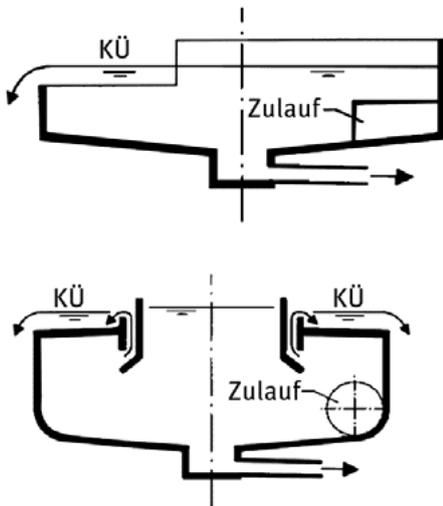


Bild 29: Schematische Darstellung von hydrodynamischen Abscheidern im Hauptschluss (Mischsystem)

### 7.3.2 Tangential angeströmte Rundbecken als Durchlaufbecken

Quer durchströmte Rundbecken sind als Durchlaufbecken nicht sinnvoll. In ihnen bildet sich fast nie ein gleichgerichtetes Strömungsfeld aus, das Voraussetzung für eine gute Sedimentationsleistung ist. Runde Durchlaufbecken, die wie Nachklärbecken radial von innen nach außen durchströmt werden, einen mittigen Zulauf mit Einlauf- und Verteilungsbauwerk sowie einen an der ganzen Beckenaußenwand umlaufenden Klärüberlauf haben, werden aus Kostengründen im Mischsystem nicht eingesetzt.

Wesentlich kostengünstiger sind tangential angeströmte runde Durchlaufbecken ohne Einlauf- und Verteilungsbauwerk und mit einem, lediglich einen Quadranten umfassenden Klärüberlauf. Infolge des tangentialen Einlaufs bildet sich eine stabile Rotationsströmung aus, durch die eine verbesserte Feststoffabtrennung erzielt werden kann.

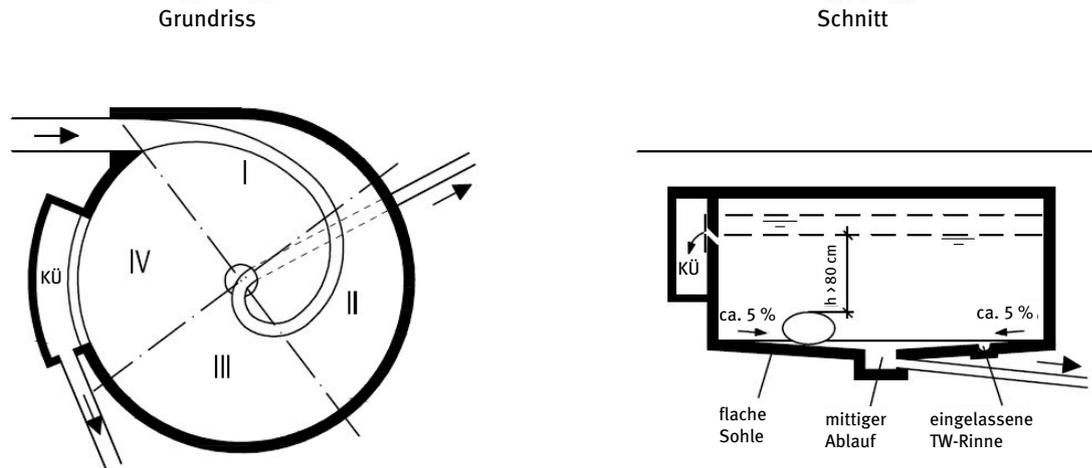
**Wesentliche Bauwerkskomponenten tangential angeströmter runder Durchlaufbecken sind:**

- eine tangential angeströmte runde Sedimentationskammer,
- ein Klärüberlauf mit Tauchwand,
- ein Beckenüberlauf,
- ein Drosselbauwerk.

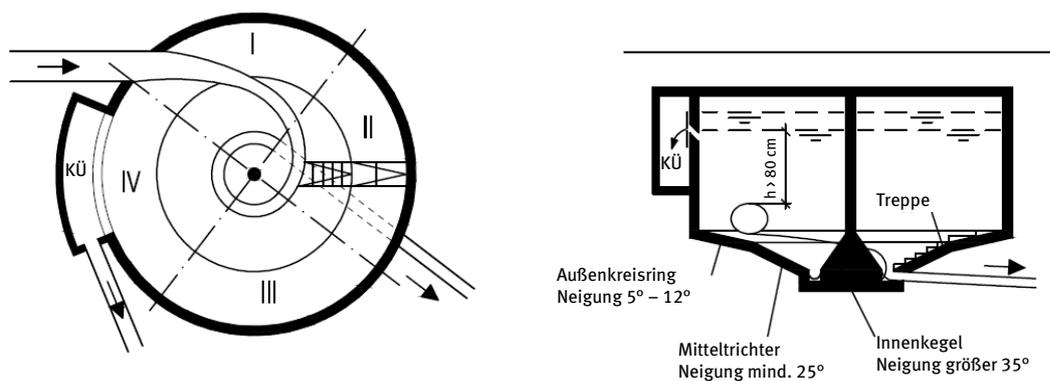
Tangential angeströmte runde Durchlaufbecken werden als Wirbelschachtbecken oder als Zyklonbecken ausgeführt. Für die Gestaltung der Beckensohle gilt 7.3.1 für Wirbelschachtbecken und Regenzyklonbecken gleichermaßen. Im Gegensatz zu Rechteckbecken benötigen tangential angeströmte runde Durchlaufbecken kein spezielles Einlauf- und Verteilungsbauwerk.

Für Wirbelschachtbecken und Regenzyklonbecken gilt gleichermaßen, dass der Klärüberlauf am Beckenrand im 4. Quadranten anzuordnen ist, gezählt in Drehrichtung vom Zulauf her (Bild 30 und Bild 31). Der Klärüberlauf kann innen oder außen liegend erstellt werden, wobei die außen liegende Anordnung hydraulisch günstiger, aber auch kostenaufwendiger ist. Bei kleinen Durchlaufbecken sollte der Klärüberlauf aus hydraulischen Gründen stets außen liegend angeordnet werden. Die Hinweise in 7.1.2 zu Klärüberläufen gelten auch für Rundbecken.

Sowohl das Absetzverhalten als auch die gewünschte Selbstreinigungswirkung setzen bei runden Durchlaufbecken mit tangentialem Zulauf und mittigem Ablauf einen kontinuierlichen Drosselabfluss voraus, der bei Anordnung im Hauptschluss gewährleistet wird. Bei Anordnung im Nebenschluss muss der kontinuierliche Abfluss aus der Beckenmitte durch den Betrieb der Entleerungspumpe erzeugt werden. Dadurch wird eine Betriebsweise wie bei einer Anordnung im Hauptschluss bewirkt. Die Entleerungspumpe muss ab dem Anspringen des Klärüberlaufs bis zur vollständigen Beckenentleerung in Betrieb sein. Sie fördert in den Vorschacht des Drosselbauwerks.



**Bild 30:** Schematische Darstellung eines Wirbelschachtbeckens als Durchlaufbecken im Hauptschluss mit außen liegendem gedrosseltem Klärüberlauf (Mischsystem). Der zugehörige Beckenüberlauf ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt



**Bild 31:** Schematische Darstellung eines Regenzyklonbeckens als Durchlaufbecken im Hauptschluss mit außen liegendem gedrosseltem Klärüberlauf (Mischsystem). Der zugehörige Beckenüberlauf ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt

Bei tangential angeströmten runden Durchlaufbecken sollte zur Vermeidung von Kurzschlussströmungen der vertikale Abstand zwischen dem Scheitel des Zulaufrohrs und dem Klärüberlauf mindestens 0,8 m betragen.

Die für rechteckige Durchlaufbecken in 7.1.2 gemachten Aussagen für den Beckenüberlauf gelten gleichermaßen auch für tangential angeströmte runde Durchlaufbecken.

Wie bei rechteckigen Durchlaufbecken muss die Einhaltung von Klärbedingungen in der runden Sedimentationskammer nachgewiesen werden.

Nachzuweisen sind:

- die Oberflächenbeschickung  $q_A \leq 10 \text{ m/h}$  beim kritischen Mischwasserabfluss  $Q_{\text{krit}}$ ,
- die spezifische Zulaufleistung bei Eintritt in die runde Sedimentationskammer  $P_{\text{spez}} \leq 0,08 \text{ W/m}^3$ ; (der Nachweis erfolgt bei tangential angeströmten Rundbecken anstelle einer horizontalen Fließgeschwindigkeit  $v_h$ ).
- die spezifische Schwellenbelastung des Klärüberlaufs  $\leq 75 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  beim kritischen Mischwasserabfluss ( $Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}$ ) (siehe 8.1.4),
- die spezifische Schwellenbelastung des Beckenüberlaufs beim Regenereignis der Häufigkeit  $n = 1$  (im Idealfall  $\leq 300 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ , höchstens aber  $700 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ ; siehe 8.1.3).

Die spezifische Zulaufleistung bei Eintritt in die runde Sedimentationskammer wird wie folgt ermittelt:

$$P_{\text{spez}} = \frac{Q_{\text{zu}} \cdot v_{\text{zu}}^2 \cdot \rho}{2 \cdot V_{\text{N}}} \leq 0,08 \left( \frac{\text{m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{m}^3} = \text{W}/\text{m}^3 \right) \quad (1)$$

Hierbei gilt:

$Q_{\text{zu}}$  Zufluss in die Sedimentationskammer beim kritischen Regenereignis

$Q_{\text{zu}}$  bei Anordnung im Hauptschluss  
=  $Q_{\text{krit}}$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$Q_{\text{zu}}$  bei Anordnung im Nebenschluss  
(Entleerungspumpe in Betrieb)  
=  $Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{p}}$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$Q_{\text{p}}$  Abfluss der Entleerungspumpe ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$v_{\text{zu}}$  Zuflussgeschwindigkeit ( $\text{m}/\text{s}$ )

$\rho$  Dichte ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) für Abwasser  
 $\approx 1000$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$V_{\text{N}}$  Nutzvolumen der Sedimentationskammer ( $\text{m}^3$ )

Die Hinweise in 7.1.2 für die Ermittlung des kritischen Mischwasserabflusses bei Normalanforderungen und weitergehenden Anforderungen sowie zur Drosselung des Klärüberlaufs gelten für tangential angeströmte runde Durchlaufbecken entsprechend.

Bei Rundbecken ist eine Unterteilung des Beckenvolumens in mehrere Kammern aus hydraulischen Gründen nicht sinnvoll. Im Bedarfsfall sollten mehrere Einzelbecken angeordnet werden. Bei Durchlaufbecken sind die Einzelbecken nach Vollfüllung gleichmäßig zu beschicken. Bei Fangbecken können die Einzelbecken in Reihe geschaltet werden.

## 7.4 Rundbecken als Regenklärbecken im Trennsystem

Tangential angeströmte runde Fangbecken nach 7.3.1 benötigen keinen kontinuierlichen Drosselabfluss aus der Speicherkammer. Deshalb kommen runde tangential angeströmte Wirbelschachtbecken und Regenzyklonbecken als Fangbecken ohne Dauerstau im Trennsystem in Frage. Die zur Reinigung der Beckensohle bei der Entleerung erforderliche Rotationsströmung muss durch Strömungserzeuger erzeugt werden.

Tangential angeströmte runde Regenklärbecken eignen sich nicht als Durchlaufbecken mit Dauerstau, da beim

Überlaufbeginn über längere Zeit Kurzschlussströmungen zum Klärüberlauf auftreten, über die weitgehend ungereinigter Zufluss direkt entlastet würde.

Dieses Problem der Kurzschlussströmung kann auch bei tangential angeströmten runden Durchlaufbecken ohne Dauerstau auftreten, da diese nicht immer direkt nach dem Regenereignis entleert werden können und die erwünschte Rotationsströmung dann zum Erliegen kommt. Beim Trennsystem ist der Anschluss des Drosselabflusses an den Schmutzwasserkanal zur Erhaltung der Rotationsströmung im Hinblick auf die hydraulische Belastung des Schmutzwasserkanals sowie auf die hydraulische und stoffliche Belastung des Klärwerks nicht vertretbar.

Für Durchlaufbecken im Trennsystem mit und ohne Dauerstau kommen im Gegensatz zum Mischsystem auch Rundbecken mit zentraler Beschickung, radialer Durchströmung von innen nach außen, und einem um die ganze Beckenaußenwand umlaufenden Klärüberlauf in Frage. Die Ausführungen gemäß 7.1.2 zum vorgeschalteten Beckenüberlauf sowie die Nachweise für die Einhaltung einer Oberflächenbeschickung  $q_A \leq 10$  m/h und zur zulässigen Belastung des Klärüberlaufs gelten auch für runde Durchlaufbecken mit zentraler Beschickung und radialer Durchströmung.

## 7.5 Massive Regenbecken mit unregelmäßigem Grundriss

Die Konstruktion eines Regenbeckens in Massivbauweise mit unregelmäßigem Grundriss kann dann erforderlich werden, wenn bei dem vorgegebenen Beckenstandort der Zuschnitt des zur Verfügung stehenden Grundstücks eine Bauform als Rund- oder Rechteckbecken nicht zulässt.

Da bei einem unregelmäßigen Beckengrundriss sich in der Regel keine gleichförmige, richtungsstabile Strömung über den Beckenquerschnitt einstellen wird sondern stattdessen häufig Kurzschlussströmungen auftreten, sollten solche Regenbecken nur als Fangbecken oder Rückhaltebecken betrieben werden. Durch die strömungsungünstige Kontur solcher Massivbecken kann eine befriedigende Beckenreinigung bei Installation von schwenkenden Strömungserzeugern erreicht werden.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und aufgrund des planerischen und baulichen Aufwands sollten daher massive Regenbecken mit unregelmäßigem Grundriss nur in Ausnahmefällen erstellt werden.

## 7.6 Ergänzende Hinweise zur Gestaltung von Massivbecken

Bei der Beckengestaltung sind zu beachten:

- eine kompakte Bauweise (vereinfachte Konstruktion und Hydraulik; in der Regel wirtschaftlicher),
- die Anforderungen und Erfahrungen des Betriebspersonals,
- die Anordnung von Kontroll- und Sichtöffnungen,
- die Anforderungen der gesetzlich vorgeschriebenen Selbstüberwachung und der berufsgenossenschaftlichen Sicherheitsbestimmungen,
- eine Mindesthöhe von 2,00 m in geschlossenen Bauwerken (Begehbarkeit; Ausnahme: unter Umständen Stauraumkanäle),
- kein Einstau von Decken und Unterzügen (dadurch keine Verschmutzung durch fetthaltige Ablagerungen; Ausnahme: Stauraumkanäle und Regenbecken, bei denen sich durch die Anordnung von Unterzügen oder gleichartigen Einbauten zwischen Wasserspiegel und Decke ein Luftpolster bilden kann),
- die Dimensionierung der Trockenwetterrinne für einen Volumenstrom von mindestens  $Q_{Dr(Plan)}$ ,
- der Einbau wartungsfreundlicher Beckeneinstiege und Montageöffnungen,
- die Installation einer ausreichenden Beckenbe- und -entlüftung.

Weitere Hinweise sind dem Merkblatt DWA-M 176 zu entnehmen.

## 8 Bauwerkskomponenten

### 8.1 Feste Anlagen zur Wasserstands- begrenzung

#### 8.1.1 Grundsätzliche Planungshinweise

Die Ausgangssituation bei der Festlegung der Höhenlage von Entlastungsanlagen wird bestimmt durch:

- die zulässige Rückstauenebene des Kanalnetzes,
- die mit der Aufsichtsbehörde festgelegte Wasserspiegellage im Gewässer.

Die Ermittlung der Zuflüsse und Wasserspiegellagen im Kanalnetz erfolgt im Rahmen der Kanalnetzberechnung entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“.

Die im Zusammenhang mit dem Bemessungshochwasser zu treffenden Analysen und Risikobewertungen sind im Merkblatt DWA-M 103 „Hochwasserschutz für Abwasseranlagen“ zusammengestellt und beschrieben.

Bei der Konstruktion von Regenbecken muss der Planer die Vorgaben der Kanalnetzberechnung entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 118 und die Risikobewertung entsprechend dem Merkblatt DWA-M 103 berücksichtigen. Er ist damit in seinen planerischen Freiheiten eingeschränkt. Muss bei der Konstruktion von Regenbecken hinsichtlich der Höhenlage von Entlastungsanlagen von den Planungsvorgaben abgewichen werden, sind die Kanalnetzberechnung und die Hochwasserrisikobewertung zu überarbeiten (siehe Abschnitt 4).

#### 8.1.2 Feste Wehre

Feste Wehre sind die zuverlässigste und einfachste Methode, einen Wasserspiegelanstieg zu begrenzen. Wegen des exponentiellen Anstiegs der Überfallmenge mit der Überfallhöhe (Poleni-Formel) kompensieren sie weitgehend extreme Belastungen. Versagen oder Fehlbedienung sind nahezu ausgeschlossen. Ausführungshinweise sind dem Arbeitsblatt DWA-A 111 zu entnehmen.

#### 8.1.3 Beckenüberläufe (BÜ)

Beckenüberläufe werden bei Regenüberlaufbecken, bei Stauraumkanälen mit oben liegender Entlastung und bei Regenklärbecken angeordnet. Ist die Speicher- oder Sedimentationskammer des Regenbeckens vollständig gefüllt, hat der Beckenüberlauf die Aufgabe, den nicht

über das Drosselorgan oder über den Klärüberlauf abgeführten Volumenstrom zu entlasten.

Der Beckenüberlauf wird in der Regel als seitlich angeströmte, feste Schwelle (Streichwehr) mit ein- oder beidseitigem Überlauf ausgebildet. Seltener sind senkrecht angeströmte Wehre, Quelltöpfe, Heberwehre oder selbstregulierende Entlastungsorgane (Klappen, Wehre). Bewegliche Klappen und Wehre werden in 9.4.2, Heberwehre in 9.4.3 behandelt.

Bei der Planung eines Beckenüberlaufs sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Im Schwellenbereich darf zulaufseitig beim Zufluss  $Q_{0(n=1)}$  kein Wechselsprung auftreten (nach dem Arbeitsblatt DWA-A 111 ist am oberstromigen Wehrende  $Fr_o \leq 0,75$  einzuhalten),
- seitliche Einmündungen von Kanälen in das Entlastungsbauwerk (Wehrschwollenbereich) sind unzulässig.

Schwellenhöhe und Abflussquerschnitt zwischen Beckenüberlauf und Beckenkammer orientieren sich in der Regel am Bemessungszufluss und an der Vorgabe, dass der Beckenüberlauf nicht vor Vollfüllung der Beckenkammer entlasten darf. Die Schwellenhöhe sollte – sofern es die Rückstauverhältnisse erlauben – nicht unterhalb des Scheitels des Zulaufkanals liegen. Die Mindesthöhe der festen Schwelle beträgt  $0,5 d_0$  ( $d_0$  lichte Höhe des Zulaufkanals).

Die Schwellenbelastung sollte wegen der Gefahr des Feststoffaustrags beschränkt werden. Eine spezifische Schwellenbelastung von ca.  $300 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  kann bei einem einjährigen Abflussereignis als Richtgröße dienen. Bei günstigen hydraulischen Verhältnissen, z. B. hohe Schwellen ( $> 1,0 \cdot d_0$ ) kann die spezifische Schwellenbelastung bis auf  $700 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  erhöht werden. Das gilt auch für die Belastung selbstregulierender Entlastungsorgane.

Im Fall einer Außerbetriebnahme (z. B. Reparaturen oder Ertüchtigungsmaßnahmen) kann der Klärüberlauf von Durchlaufbecken vorübergehend zum Entlasten nicht verfügbar sein. In diesem Fall sollte die unschädliche Ableitung des Zuflusses  $Q_{0,\text{max}}$  ausschließlich über den Beckenüberlauf möglich sein. Bei mehreren Beckenkammern ist davon auszugehen, dass zumindest bei einer Einheit der Klärüberlauf für die Entlastung nicht zur Verfügung steht.

Bei gefülltem Durchlaufbecken und einem Zufluss im Zulaufkanal  $< Q_{\text{krit}}$  darf der Beckenüberlauf nicht entlasten.

Wenn Tauchwände, Rechen oder Siebe angeordnet werden, sollten diese außerhalb des Durchflussbereichs liegen.

Durch den Einsatz von selbstregulierenden Entlastungsorganen kann das anrechenbare Nutzvolumen auf die Wasserspiegellage bei Entlastungsbeginn (z. B. Klärüber-

lauf beim Durchlaufbecken und Beckenüberlauf beim Fangbecken) bezogen werden anstatt auf die Schwellenhöhe.

### 8.1.4 Ungedrosselte Klärüberläufe (KÜ)

Bei Durchlaufbecken ohne Beckenüberlauf wird der Klärüberlauf nicht gedrosselt. Klärüberläufe haben bei Durchlaufbecken die Aufgabe, das mechanisch geklärte Misch- oder Regenwasser abzuleiten.

An ungedrosselten Klärüberläufen darf beim Volumenstrom  $Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}$  die spezifische Schwellenbelastung von  $75,0 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  nicht überschritten werden.

In der Regel wird der Klärüberlauf bei Rechteckbecken sowie bei Rundbecken mit mittigem Zufluss und radialer Durchströmung senkrecht angeströmt. Bei Rundbecken mit tangentialem Zufluss erfolgt die Anströmung seitlich. Für den Schwimmstoffrückhalt ist eine Tauchwand (Merkblatt DWA-M 176) vorzusehen.

### 8.1.5 Gedrosselte Klärüberläufe (KÜ)

Bei Durchlaufbecken mit Beckenüberlauf wird der Klärüberlauf in der Regel gedrosselt. Gedrosselte Klärüberläufe sind keine Wasserstandsbegrenzer, sondern Anlagen zur Abflussbegrenzung. Sie werden in 9.3.4 behandelt.

### 8.1.6 Stauraumüberläufe (SÜ)

Bei Stauraumkanälen mit zwischen oder unten liegender Entlastung und bei Stauraumkanälen mit vorgeschalteten Kaskaden wird die Funktion der Entlastung durch den Stauraumüberlauf wahrgenommen. Der den Drosselabfluss übersteigende Zufluss wird nach Vollfüllung der Stauraumkammer über den Stauraumüberlauf in das Gewässer entlastet. Die Kriterien für die Dimensionierung, Konstruktion und spezifische Schwellenbelastung des Entlastungsbauwerks entsprechen denjenigen der Beckenüberläufe.

Bei einem Abfluss mit der unabgeminderten kritischen Regenspende von  $15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$  (Normalanforderungen) darf im Mischsystem die Fließgeschwindigkeit unmittelbar vor dem Entlastungsbauwerk den Wert  $v_h = 0,3 \text{ m/s}$  nicht überschreiten. Werden wegen einer besonderen Schutzbedürftigkeit des Gewässers weitergehende Anforderungen gestellt, ist die kritische Regenspende im Verhältnis des Nutzvolumens bei weitergehenden Anforderungen zum Nutzvolumen bei Normalanforderungen zu erhöhen.

### 8.1.7 Notüberläufe (NÜ)

Bei Notüberläufen sind die Hinweise in 5.5.1 zu beachten.

### 8.1.8 Trennbauwerke (TB)

Ist ein Regenbecken im Nebenschluss angeordnet, muss ein Trennbauwerk angeordnet werden. Durch das Trennbauwerk wird der in Richtung Klärwerk weitergeleitete Volumenstrom vom Zulaufkanal direkt zum Drosselbauwerk geleitet. Der die Leistungsfähigkeit des Drosselorgans übersteigende Volumenstrom wird über die Trennbauwerksschwelle in das Regenbecken und nach dessen Vollfüllung über den Klär- und Beckenüberlauf in das Gewässer eingeleitet.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden in der Regel Beckenüberlauf und Trennbauwerk als gemeinsamer Baukörper erstellt. Die Trennbauwerksschwelle wird im Regelfall parallel zur seitlich angeströmten Beckenüberlaufschwelle angeordnet. Die Oberkante der Trennschwelle ist mindestens so tief anzuordnen, dass bei maximalem Zufluss  $Q_{0(n=1)}$  der Beckenüberlauf nicht vor Beckenvollfüllung entlastet.

Bei der Festlegung der Höhe von Trennbauwerksschwellen hat der Planer Spielräume:

- die niedrigstmögliche Schwellenhöhe ergibt sich aus der Wasserspiegellage, die sich beim Drosselabfluss  $Q_{Dr}$  im Trennbauwerk einstellt.
- die höchstmögliche Schwellenhöhe ergibt sich aus der Forderung, dass der Beckenüberlauf nicht vor der Beckenvollfüllung entlasten darf. Dabei wird unterstellt, dass der Beckenzufluss  $Q_{0(n=1)}$  vor Beckenvollfüllung auftritt und an der Trennbauwerksschwelle zur Beckenkammer hin freier Überfall vorliegt. Bei der Festlegung der Höhen von Beckenüberlauf- und Trennbauwerksschwelle darf der Höhenunterschied das Maß der Überfallhöhe  $h_{TB}$  beim Beckenzufluss  $Q_{0(n=1)}$  nicht unterschreiten.

Diese Spielräume können je nach den örtlichen Zielvorgaben genutzt werden. Wird beispielsweise eine bewirtschaftete Beckenentleerung angestrebt, legt man die Schwellenhöhe des Trennbauwerks möglichst hoch, um ein möglichst großes Volumen für die Bewirtschaftung bereithalten zu können. Muss ein Regenbecken ohne Bewirtschaftungsziele mit Pumpen entleert werden, ordnet man eher tief liegende Trennbauwerksschwellen an, damit ein möglichst großer Teil des Beckenvolumens sich im freien Gefälle entleert.

## 8.2 Drosselbauwerke (DBw)

Drosselbauwerke dienen der Aufnahme des Drosselorgans. Weil das Drosselbauwerk intensiv überwacht werden muss, ist der Einstieg zu diesem Bauwerk möglichst außerhalb von Bereichen des fließenden Verkehrs anzuordnen.

Man unterscheidet die in Bild 32 dargestellten Aufstellungsarten. Nach Möglichkeit sollten „trocken“ oder „halbtrocken“ aufgestellte Drosselorgane eingesetzt werden. Bei „trocken“ aufgestellten Drosselorganen fließt das Abwasser in einem geschlossenen System durch das Drosselbauwerk. Bei „halbtrocken“ aufgestellten Drosselorganen tritt das Abwasser nach der Drosselung in ein offenes Gerinne aus. Die „nasse“ Aufstellung von Drosselorganen sollte insbesondere bei Regenüberlaufbecken wegen des hohen Betriebsrisikos (Beseitigung von Verlegungen) vermieden werden.

Für das Drosselbauwerk sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- das Drosselbauwerk sollte unter Berücksichtigung des gewählten Drosselorgans möglichst unmittelbar an das Beckenbauwerk anschließen oder in dieses integriert werden,
- im Drosselbauwerk sollte ein Sohlenversatz (Bild 32) und die Ausformung einer entsprechenden Berme mit Trockenwetterrinne vorgesehen werden, um Ablagerungen zu vermeiden und eine gute Zugänglichkeit des Drosselorgans bei Wartungsarbeiten zu ermöglichen,
- Schieber von Drosselorganen und Notentleerungsschieber in „nassen“ und „halbtrockenen“ Bauwerken (Bild 32) sind mit Schiebergestängen oder Spindelverlängerungen zu versehen, damit sie immer – ohne in das Bauwerk einsteigen zu müssen – bedient werden können,
- die Mindestgröße des Grundrisses sollte  $2,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$  betragen, damit ein Austausch des Drosselorgans ohne großen Aufwand möglich ist,
- eine ausreichend große Montageöffnung sowie gesicherte Be- und Entlüftung sind vorzusehen,
- Drosseleinlauf und Drosselablauf sollten einsehbar und zugänglich sein,
- Kontrollöffnungen müssen von einer Person leicht und ohne besondere Geräte zu öffnen sein,
- der Rückstau des Drosselorgans beim Übergang von der Trockenwetterrinne zum Drosseleinlauf ist nachzuweisen. Um einen rückstaufreien Abfluss von mindestens  $1,2 Q_{T,h,max}$  zu gewährleisten, kann ein Sohlenversatz oder/und die Erhöhung der Berme der Trockenwetterrinne sinnvoll sein. Das hydraulische Verhalten des gewählten Drosselorgans ist zu berücksichtigen,

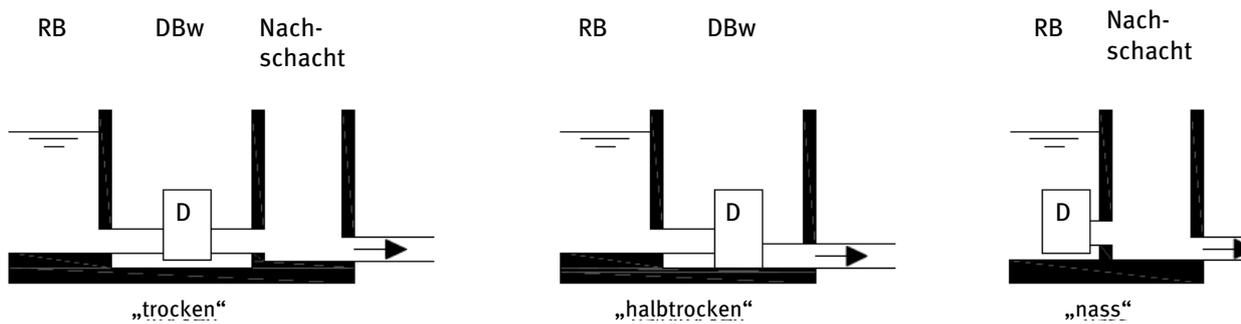


Bild 32: Aufstellungsarten von Drosselorganen

- wird zur Regelung des Drosselorgans ein Vollfüllungs-MID verwendet, ist wegen der Gefahr des Lufteintrags ein Absturzbauwerk im Zulaufbereich zu vermeiden,
- zur Vermeidung von Verlegungen ist der Gestaltung des Drosseleinlaufs besondere Sorgfalt zu widmen. Das gilt insbesondere für Regenbecken, bei denen die Gefahr des Einschwemmens von Hölzern, Ästen und dergleichen besteht. Der Leitungsquerschnitt vor dem Drosselorgan sollte nicht verjüngt werden,
- generell ist für Wartung und Überprüfung des Drosselorgans eine gut begehbare, direkte Zugangsmöglichkeit zu gewährleisten,
- wenn bei einem Beckenstandort Schmutzwasserkanäle aus Trennsystemen anzubinden sind, sollten diese in einem Vorschacht zwischen der Speicher-, Sedimentations- oder Stauraumkammer eines Regenbeckens und der Drosseleinrichtung angeschlossen werden,
- eine Notentleerungsmöglichkeit ist vorzusehen.

Bei Stauraumkanälen ist vor dem Drosselbauwerk ein Vorschacht vorzusehen. Er dient der Belüftung, Belichtung und dem Zugang für Wartung und Inspektion. Vorschächte sollten nicht mit druckfesten Verschlüssen versehen werden, weil dann Belüftung und einfacher Zugang fehlen. Nach Möglichkeit sollten Gitterroste angeordnet werden.

### 8.3 Zulaufkanäle mit Schachtbauwerken (ZK)

Bei schießendem Zufluss ist dafür zu sorgen, dass der Wechselsprung vor dem Beckenüberlauf auftritt. Bei hohen Beckenüberlaufschwelen sind hierfür in der Regel keine Beruhigungsstrecken erforderlich. Werden Regenbecken im freien Gefälle entleert, sollte die Sohle so tief liegen, dass ein rückstaufreier Trockenwetterabfluss im Zulaufkanal möglich ist.

Wenn es die örtlichen Verhältnisse zulassen, sollte im Zulaufkanal vor dem Beckenüberlauf ein Absturzschaft angeordnet werden. Da dann im Zulaufkanal in der Regel keine Ablagerungen auftreten, reduziert sich die Gefahr der erhöhten Gewässerbelastung im Entlastungsfall.

Falls kein Absturzschaft angeordnet werden kann, ist zu prüfen, ob mit Ablagerungen im Zulaufkanal zu rechnen ist.

Gegebenenfalls sind folgende Vorkehrungen zu treffen:

- Einbau einer Trockenwetterrinne (Nachweis der Schleppspannung),
- Einbau von Reinigungseinrichtungen,
- niedrige Schwellenhöhe am Trennbauwerk (führt zum unechten Nebenschluss),
- häufigere Kanalreinigung.

### 8.4 Ablaufkanäle (AK)

Der Ablaufkanal leitet den Trockenwetter- bzw. Beckenabfluss vom Drosselbauwerk in Richtung Klärwerk. Er wird in der Regel als Freispiegelkanal für einen Volumenstrom von mindestens  $1,5 Q_{Dr}$  für das Ausbauziel dimensioniert, um Reserven für noch nicht überschaubare Entwicklungen oder eine Bewirtschaftung von Regenbecken vorzuhalten. Unabhängig davon sollte die Mindestnennweite beim Mischsystem und Trennsystem DN 300 betragen. In begründeten Fällen können nach dem Arbeitsblatt DWA-A 118 auch kleinere Querschnitte gewählt werden.

Für den Ablaufkanal ist die Schleppspannung beim Abfluss  $Q_{T(A 110)}$  (Ist- und Prognosezustand) nachzuweisen. Ist mit Ablagerungen zu rechnen, sollte überprüft werden, ob diese durch Intervallbetrieb des Drosselorgans vermieden werden können.

Für die Funktionsprüfung und Vergleichsmessungen im Rahmen der Überprüfung von Drosselorganen sind im Ablaufkanal hydraulisch geeignete Messstellen einzuplanen.

## 8.5 Entlastungskanäle (EK), Entlastungsgräben (EG)

Der Entlastungskanal/-graben sollte auf dem kürzesten Weg zum Gewässer geführt werden. Er ist wie das Überlaufbauwerk für den Betriebszustand Überflutungsbeginn nach Bild 33 – Drucklinie im Zulaufkanal auf Geländehöhe ( $Q_{0,max}$ ) in der Regel bei gleichzeitig verlegtem Drosselorgan unter Berücksichtigung des von der Aufsichtsbehörde vorgegebenen maßgeblichen Hochwasserstands im Gewässer beim Bemessungshochwasser (BHW) – zu bemessen (siehe 8.1.1).

Bei Durchlaufbecken kann im Falle einer Außerbetriebnahme (z. B. Reparaturen oder Ertüchtigungsmaßnahmen) der Klärüberlauf vorübergehend zum Entlasten nicht verfügbar sein. In diesem Falle sollte der Entlastungskanal/-graben des Beckenüberlaufs den Zufluss  $Q_{0,max}$  unschädlich ableiten können.

Der Entlastungskanal/-graben sollte spitzwinklig zur Fließrichtung in das Gewässer oder in einen Toskolk münden. Die Mündung ist böschungsgleich anzupassen. Kanäle sind ab DN 400 mit einem Schutzgitter oder einer Lamellenklappe zu versehen. Der Stababstand des verschließ- und aufklappbaren Gitters ist kleiner als 120 mm zu wählen. Die hydraulische Dimensionierung von Entlastungskanälen wird im Arbeitsblatt DWA-A 111 behandelt.

## 8.6 Auslaufbauwerke (ABw)

Die Gestaltung des Auslaufbauwerks sollte sich an den natürlichen Gegebenheiten und dem vorhandenen Gewässerprofil orientieren und gewässerträglich sein. Flache Böschungen sind senkrechten Mauern mit Sicherheitsgeländern vorzuziehen. Die Befestigung des Gewässerbetts sollte ohne sichtbaren Beton und Mörtel mit Natursteinen ausgeführt werden.

Ist Rückstau aus dem Gewässer zu erwarten, sind geeignete Vorkehrungen (z. B. Anordnung von Hochwasserschiebern oder -schutzklappen) zu treffen. Die hydraulische Dimensionierung von Auslaufbauwerken wird im Arbeitsblatt DWA-A 112 behandelt.

## 8.7 Geschiebeschächte (GS)

Geschiebeschächte haben die Aufgabe, Geschiebematerial (Steine, Kies, Sand oder Splitt) vor zu schützenden abwassertechnischen Anlagen abzutrennen. Sie werden zweckmäßigerweise im Zulaufbereich von Regenbecken und Hebeanlagen sowie vor Messeinrichtungen angeordnet. Um flache Zuleitungskanäle zu Regenbecken möglichst ablagerungsfrei zu halten, ist in diesen Fällen der Geschiebeschacht am Beginn des Zulaufkanals anzuordnen. Beim Mischsystem ist eine Belüftung erforderlich, die in der Regel im Intervallbetrieb läuft.

Aus wirtschaftlichen Gründen sollten nur volle Geschiebeschächte entleert werden; daher wird die Installation von Geschiebefüllstandsmessungen in Verbindung mit einer Fernüberwachungsanlage empfohlen.

# 9 Maschinentechnische Ausrüstung

## 9.1 Wechselwirkungen bei der maschinentechnischen Ausrüstung von Regenbecken

Die konstruktive Gestaltung von Regenwasserbehandlungsanlagen steht in enger Wechselwirkung mit der notwendigen maschinentechnischen Ausrüstung. Gestaltung und Ausrüstung sind daher planerisch gemeinsam zu betrachten. Die Belange, Erfahrungen und Anregungen des Betriebspersonals sollten berücksichtigt werden.

Es gibt auch Regenbecken, die nur eine minimale Ausrüstung benötigen (z. B. kleine Hauptschlussbecken am Anfang des Kanalnetzes mit gutem Gefälle, großem Drosselabfluss, kurzer Entleerungszeit und guter Selbstreinigung).

Dem stehen großvolumige Regenbecken gegenüber, die maschinentechnisch anspruchsvoller ausgestattet werden (z. B. bewirtschaftete Regenbecken mit mehreren Kammern im innerstädtischen Bereich mit ablagerungsbehalteten flachen Kanalnetzen, ausgestattet mit Hebeanlagen, Reinigungsvorrichtungen, Zwangsbelüftung usw.).

## 9.2 Explosionsschutz

Regenbecken (auch offene), Abwasserkanäle, Pumpensämpfe und abwasserführende Drosselbauwerke zählen zu den abwassertechnischen Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen, in denen gelegentlich explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Für solche Anlagen muss ein Explosionsschutzdokument mit Explosions-

schutzplan gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und nach dem DWA-Arbeitsbericht „Erstellen von Explosionsschutzdokumenten für abwassertechnische Anlagen“ erstellt werden. Zuvor ist bei der Planung des Regenbeckens zu prüfen, ob Aggregate und Messtechnik außerhalb des Explosionsschutzbereichs angeordnet werden können.

Für die elektrische und nicht-elektrische Ausrüstung (Geräte, Komponenten und Schutzsysteme) sowie für die in diesen Anlagen eingebauten oder betriebenen elektrischen Installationen werden in der ATEX-Richtlinie 94/9/EG die Anforderungen an die Klassifizierung festgelegt. Sofern keine weiteren Schutzmaßnahmen getroffen werden (z. B. Überwachung der Atmosphäre), sind diese anzuwenden.

Bei Installationen ohne eigene wirksame Zündquellen wie Leitern, Handläufe, Tauchwände usw. (für die vom Hersteller keine Konformitätserklärung gemäß der ATEX-Richtlinie 94/9/EG ausgestellt wird) können im Betrieb dennoch Zündquellen auftreten (z. B. durch elektrostatische Aufladung). Solche Installationen sind unter Berücksichtigung dieser Gefahrenquelle zu verbauen und zu erden oder in den Potenzialausgleich einzubinden. Es ist weiterhin zu beachten, dass nach BGR/GUV-R 132 in explosionsgefährdeten Bereichen nur leitfähige und ableitfähige Gegenstände oder Einrichtungen verwendet werden dürfen.

In abwasserfreien, trockenen und gut belüfteten Pumpenräumen sind dagegen Explosionsschutzmaßnahmen entbehrlich. Dies muss im Explosionsschutzdokument der Gesamtanlage begründet werden.

Zur allgemeinen Verringerung des Gefahrenpotenzials muss auf eine gute Belüftung der Anlagen geachtet werden.

Die vorgenannten Ausführungen gelten sinngemäß auch für die Ausführungen in Abschnitt 10 „Elektrotechnische Ausrüstung“.

Der Explosionsschutz ist bereits bei der Planung von Regenbecken voll umfänglich zu berücksichtigen.

### 9.3 Anlagen zur Abflussbegrenzung

#### 9.3.1 Klassifikation von Drosselorganen

Drosselorgane im Sinne des Arbeitsblattes DWA-A 111 sind Einrichtungen mit der Hauptaufgabe einer Begrenzung oder Verminderung des Abflusses. Drosselorgane werden – mit Ausnahmen von Drosselstrecken – entsprechend 8.3 in einem Drosselbauwerk untergebracht. Bezüglich des weiterführenden Kanals gelten die Ausführungen in 8.5.

Im Unterschied zu anderen Drosselorganen lassen sich Drosselabflüsse von Drosselstrecken nicht einfach verstellen und ein Austausch der Drosselstrecke ist aufwendig. Ein weiterer Nachteil ist die starke Beeinflussung des Drosselabflusses durch den Wasserstand vor dem Drosseleinlauf. Auf Drosselstrecken sollte daher an neuen Regenbecken grundsätzlich verzichtet werden (Arbeitsblatt DWA-A 111).

Drosseleinrichtungen an Regenbecken sind sehr wichtige Betriebspunkte. Von ihrer Funktion hängt weitgehend der Erfolg der Regenwasserbehandlung ab.

Bei den Drosselorganen unterscheidet man zwei Kategorien: Steuerungen und Regelungen (Bild 34).

Bei Steuerungen wird die Störung des Abflusses durch den variablen Oberwasserstand rein hydraulisch oder hydraulisch-mechanisch kompensiert. Es gibt keine Schwingungsprobleme. Da aber der Durchfluss selbst unbekannt ist, können Steuerungen grundsätzlich keine Fehler erkennen. Auf eine teilweise Verlegung des Kontrollquerschnitts reagiert eine Steuerung aufgrund des ansteigenden Wasserspiegels im Oberwasser mit dem Verschluss des Drosselorgans bis zum Anschlag. Dies ist besonders problematisch bei kleinen Abflüssen.

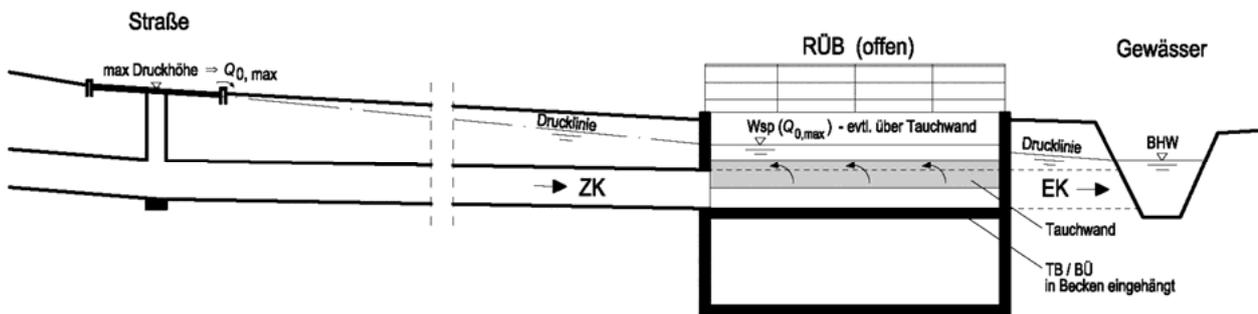


Bild 33: Systemskizze für den Nachweis beim Lastfall  $Q_{0,max}$

Regelungen messen den aktuellen Durchfluss direkt oder indirekt. Weicht der Ist-Abfluss vom Soll-Abfluss ab, versucht die Regelung die Abweichung zu beheben. Der Oberwasserstand bleibt dabei unbekannt. Regelungen können Verlegungen des Kontrollquerschnitts erkennen und selbsttätig beheben (z. B. Beseitigung einer Schieberverlegung). Regelungen pendeln stets um den Sollwert. Bei fachkundiger Wahl und Einstellung des Reglers werden Schwingungen oder gar das Durchgehen (Auf- und Zufahren von Anschlag zu Anschlag) vermieden. Es gibt auch Kombinationen von Steuerungen und Regelungen.

Weiterhin unterscheidet man passive und aktive Drosselorgane. Passive Drosselorgane haben – unabhängig vom Oberwasserstand – einen annähernd konstanten Fließwiderstand oder Durchflussbeiwert. Der Abfluss wächst dann gemäß dem Torricellischen Gesetz mit der Quadratwurzel des Oberwasserstands an. Aktive Drosselorgane verändern bei wechselndem Oberwasserstand die Größe des Kontrollquerschnitts oder mithilfe von Strömungseffekten den Fließwiderstand und können sich deshalb vom Torricellischen Gesetz lösen. In Bild 34 sind beispielhaft typische Abflusskurven eingezeichnet.

Drosselorgane, welche die Energie für den Steuer- oder Regelvorgang dem zu drosselnden Wasserstrom direkt entnehmen, arbeiten ohne Fremdenergie. Anspruchsvolle Drosseleinrichtungen mit Durchflussmessung und Fernwirkungsmöglichkeit benötigen Fremdenergie (Elektroanschluss).

Je größer die Ansprüche an die Verstellbarkeit des Abflusses, an die Steilheit der Abflusskurve, an die gleichzeitige Durchflussmessung etc. werden, desto mehr sind aktive den passiven Lösungen, Geräte mit bewegten den ohne bewegte Teile, Drosseleinrichtungen mit Fremdenergie den ohne Fremdenergie überlegen.

Abweichend von den vorstehenden Ausführungen kann eine Abflussbegrenzung auch mit Vorrichtungen erreicht werden, die nicht primär eine Begrenzung oder Verminderung des Abflusses anstreben. Ein Beispiel hierfür sind Pumpen, die gleichzeitig als Hebewerk für den Trockenwetterabfluss dienen. Hinweise hierzu enthalten das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 134 und das Arbeitsblatt DWA-A 111. Frequenzgeregelte Pumpen mit Abflussmessung ermöglichen einen konstanten Abfluss, unabhängig vom Beckenwasserstand.

### 9.3.2 Genauigkeit von Drosselorganen

Bei der Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens und in der wasserrechtlichen Genehmigung wird oftmals von einem konstanten Drosselabfluss ausgegangen. Eine annähernd senkrechte  $Q(h)$ -Kennlinie ist jedoch nur mit geregelten Drosselorganen erreichbar (Bild 34). Die  $Q(h)$ -Kennlinien anderer Drosselorgane werden in der Regel unter Laborbedingungen ermittelt. Sie sind vom Hersteller mitzuliefern.

Im Betrieb beeinflussen neben der  $Q(h)$ -Kennlinie auch der Wartungszustand des Drosselorgans sowie weitere Störeinflüsse und Fehleinstellungen den Drosselabfluss. Anforderungen an die Genauigkeit von Drosselorganen beziehen sich daher stets auf die Ist-Abflusskurve  $Q_{\text{ist}(h)}$ , die sich nach dem Einbau vor Ort unter Betriebsbedingungen einstellt. Sie ist durch Vergleichsmessungen am jeweiligen Bauwerk zu ermitteln. Um systematische Fehler auszuschließen, dürfen dabei keine Daten verwendet werden, die in die Steuerung oder Regelung des Drosselorgans eingehen (unabhängige Vergleichsmessung). Allgemeine Hinweise für die Erstellung von Abflusskurven finden sich im Arbeitsblatt DWA-A 111. Dort werden auch Kriterien für die Beurteilung von Abflusskurven definiert. Detaillierte Vorgaben für die Durchführung und Auswertung der Überprüfungs-messungen finden sich in den entsprechenden Verordnungen und ergänzenden Veröffentlichungen einzelner Bundesländer.

Das Arbeitsblatt DWA-A 111 unterscheidet zwischen Grenzwerten für die lokale Abweichung und solchen für die Abweichung der Mittelwerte. Der lokale Abweichungsfaktor  $c_1$  gibt die maximal zulässige relative Abweichung zwischen der Ist-Abflusskurve  $Q_{\text{ist}(h)}$  und der Soll-Abflusskurve  $Q_{\text{soll}(h)}$  an. Der Abweichungsfaktor  $c_2$  gibt dagegen die maximal zulässige relative Abweichung zwischen den Mittelwerten der Soll- und der Ist-Abflusskurve an. Die Mittelung erfolgt dabei über die Höhe  $h$ . Wenn der Volumenermittlung und der wasserwirtschaftlichen Genehmigung ein konstanter Drosselabfluss zugrunde liegt, so entspricht dies einer senkrechten Soll-Abflusskurve.

Sofern landesspezifische oder anderweitige Regelungen keine anderen Anforderungen festlegen, darf die lokale Abweichung  $c_1$  den Wert 0,2 nicht überschreiten. Für die Abweichung der Mittelwerte ( $c_2$ ) wird hier keine zusätzliche Festlegung getroffen. Um unterhalb liegende Anlagen (z. B. Klär- und Pumpwerke) vor hydraulischer Überlastung zu schützen, können sich bei netzabschließenden Drosselorganen im Einzelfall deutlich strengere Anforderungen ergeben.

### 9.3.3 Sonstige Anforderungen an Drosselorgane mit Zubehör

Das Betriebsverhalten des Drosselorgans und der Beckenreinigung ist aufeinander abzustimmen. Die Auswahl einer optimalen Drosseleinrichtung bei nicht frei wählbaren, hydraulischen Randbedingungen ist keine leichte Aufgabe und stets ein Kompromiss aus Anspruch, Leistung, Kosten, Wartungsaufwand und Versagensrisiko. Vorausschauend sollten Drosselorgane im Abfluss verstellbar, nachrüstbar und austauschbar geplant werden. Von einem Drosselorgan wird eine Nutzungsdauer von 15 Jahren erwartet.

Wie die Praxis gezeigt hat, sind zur Betriebssicherheit von Regenbecken beim Drosselabfluss Mindestbedingungen einzuhalten. Unabhängig vom Drosselorgan darf im Mischsystem wegen des Verlegungsrisikos die Nennweite nicht kleiner als DN 200 sein, wobei  $1,2 Q_{T,h,max}$  rückstaufrei abgeführt werden muss. Bei Abflüssen  $< 25 \text{ l/s}$  ist besonders auf die Gefahr von Ablagerungen im Rückstaubereich zu achten.

		Abfluss-Steuerungen	Abfluss-Regelungen		
Ohne Fremdenergie	passiv	<p>Drosselstrecke</p>	Kann es nicht geben	ohne bewegte Teile	
	aktiv	<p>Strömungsmechanisches Ventil</p>	Gibt es noch nicht		
mit Fremdenergie	aktiv	<p>Oberwassergesteuertes Drosselorgan</p>	<p>Unterswassergeregeltes Drosselorgan</p>	mit bewegten Teilen	
		<p>Oberwassergesteuertes Drosselorgan mit Motorantrieb</p>	<p>Durchflussgeregeltes Drosselorgan mit Motorantrieb</p>		
		$Q_{Dr,min} > 25 \text{ l/s}$	$Q_{Dr,min} > 10 \text{ l/s}$		
Mindestabflüsse für Misch- und Schmutzwasser nach Arbeitsblatt DWA-A 111					

Bild 34: Klassifikation von Drosselorganen (Regelfall)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 03:50

Mit Rücksicht auf die Mindestgröße des Kontrollquerschnitts darf nach dem Arbeitsblatt DWA-A 111 beim Mischsystem der Bemessungsdrosselabfluss bei Drosselorganen, die als Steuerung nach Bild 34 arbeiten, einen Wert von  $Q_{Dr,B,min} = 25 \text{ l/s}$  nicht unterschreiten. Steuerungen, die mit Zusatzeinrichtungen eine Verlegung selbst erkennen und durch Öffnen des Querschnitts beheben können, dürfen für Abflüsse bis zu minimal  $Q_{Dr,B,min} = 10 \text{ l/s}$  angewandt werden. Drosselorgane, die im Mischsystem als Regelung nach Bild 34 arbeiten, dürfen bis zu einem minimalen Abfluss von  $Q_{Dr,B,min} = 10 \text{ l/s}$  angewandt werden. Davon abweichende kleinere Abflüsse sind in Einzelfällen zulässig. Bei diesen Abflüssen sind die Drosselorgane besonders verlegungsgefährdet und erfordern konstruktive oder betriebliche Maßnahmen zur Verlegungserkennung und -beseitigung.

In Regenwasserkanälen sind bei guten Randbedingungen Drosselabflüsse ab  $5 \text{ l/s}$  beherrschbar.

Der Hersteller/Lieferant übernimmt die hydraulische Bemessung des Drosselorgans gegebenenfalls einschließlich der Rückstauachse oberhalb und unterhalb des Drosselbauwerks sowie der Nachweise der Schleppspannung im Drosselbauwerk. Er garantiert für die ordnungsgemäße Funktion. Der Bauwerksplaner muss dem Hersteller alle hierzu erforderlichen Informationen zur Verfügung stellen und hat die Nachweise des Herstellers zu prüfen.

Ein gut lesbares Typenschild sollte: Hersteller, Baujahr, Typ, Bauart, Nennweite, Soll-Abfluss, Stauhöhe und sonstige Kenndaten dauerhaft ausweisen.

Bei Regenbecken muss für den Probelauf, für Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie für die Nutzung des Beckens als Notfallbecken beim Drosselorgan ein zusätzlicher Schieber angeordnet werden. Dieser Schieber – gegebenenfalls in Verbindung mit einem Ausbaustück – ermöglicht bei „halbtrocken“ und „trocken“ aufgestellten Drosselorganen auch deren einfachen Ausbau.

Parallel zu jedem Drosselorgan ist zusätzlich eine höher liegende Notentleerungsleitung mit einer Mindestnennweite DN 200 zu führen, über die im Verstopfungsfall das Abwasser mit Schwerkraft abgelassen werden kann.

Rückstau vom Unterwasser beeinflusst den Abfluss von Drosselorganen. Dies ist bei der Auswahl des Drosselorgans zu berücksichtigen.

Alle Drosselorgane sind so einzubauen, dass die Funktionsprüfung vor der Abnahme und wiederkehrende Prüfungen mit möglichst geringem Aufwand durchgeführt werden können.

### 9.3.4 Gedrosselte Klärüberläufe zur Abflussbegrenzung

Bei als Durchlaufbecken ausgebildeten Regenbecken mit Beckenüberlauf und Klärüberlauf sollte der Volumenstrom über den Klärüberlauf beim Anspringen des Beckenüberlaufs  $Q_{krit} - Q_{Dr}$  entsprechen. Bei diesem Abfluss darf die spezifische Schwellenbelastung vom  $75 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  am Klärüberlauf nicht überschritten werden. Zur Erzielung einer guten Sedimentation auch bei größeren Zuflüssen wird der Klärüberlauf in der Regel gedrosselt. Üblich sind drosselnde Auslaufschlitze mit und ohne bewegliche Teile sowie drosselnde Rohre. Die hydraulische Berechnung von Auslaufschlitzen ist im Arbeitsblatt DWA-A 111 beschrieben. Es gibt auch selbstregulierende Auslaufschlitze, deren Dimensionierung der Hersteller durchführt.

Schräg aufsteigende Auslaufschlitze entsprechend dem Merkblatt DWA-M 176 und selbstregulierende Auslaufschlitze übernehmen zusätzlich die Aufgabe einer Tauchwand zur Rückhaltung von Schwimmstoffen.

Auslaufschlitze ohne bewegliche Teile werden lediglich bemessen und benötigen keine Funktionsprüfung mit den Genauigkeitsanforderungen nach 9.3.2. Es genügt der Nachweis der erforderlichen Drosselwirkung durch den Planer. Die Funktionsfähigkeit selbstregulierender Auslaufschlitze wird durch den Hersteller nachvollziehbar belegt.

## 9.4 Technische Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung

### 9.4.1 Allgemeine Planungshinweise

Die Höhen der Klärüberläufe sind sorgfältig aufeinander sowie auf die zulässige Rückstauenebene abzustimmen. Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass Überflutungen durch Rückstau vermieden werden.

Wenn der maximal zulässige Wasserstand mit festen Wehren nicht eingehalten werden kann, können selbstregulierende Entlastungsorgane (über- oder unterströmte Klappen, Wehre und Heber) nützlich sein.

Wirken bewegliche Wehre auch als Drosselorgane, gelten die Anforderungen nach 9.3.2 und 9.3.3 entsprechend.

## 9.4.2 Selbstregulierende Entlastungsorgane

Unter diesen Begriff fallen bewegliche Klappen und Wehre. Man unterscheidet selbstregulierende Entlastungsorgane, die sich unter dem Druck des Oberwassers selbsttätig absenken oder öffnen und sich mithilfe von Gegengewichten oder durch Federkraft wieder aufrichten oder wieder schließen, und solche mit motorischem Zwangsantrieb (elektrisch, elektrohydraulisch, pneumatisch).

Wehre, die über dem Stauziel keinen zusätzlichen Aufstau erzeugen, können zur Oszillation neigen. Sie entlasten dann zeitweise mehr Wasser, als dem Regenbecken momentan aus dem Einzugsgebiet zufließt. Dadurch entsteht im Gewässer eine Abflussverschärfung. Es ist deshalb darauf zu achten, dass bewegliche Wehre ein sogenanntes Proportionalverhalten haben; d. h. sie müssen einen, wenn auch kleinen Anstieg des Wassers über das Stauziel hinaus zulassen.

Wegen der Gefahr, dass Sedimente von der Kanalsohle abgesaugt werden, sollten selbstregulierende Entlastungsorgane auf möglichst hohen festen Schwellen angeordnet werden. Die Mindesthöhe des festen Wehrteils beträgt  $0,5 d_0$ .

## 9.4.3 Heberwehre

Heberwehre sind leistungsfähiger als feste Wehre, weil sie die Saughöhe an der Rückseite des Überfalls nutzen. An Regenbecken dürfen nur sogenannte „luftregulierte Heber“ eingesetzt werden. Diese Heber sind hysteresearm und erzeugen keinen unnötigen hydraulischen Stress im Gewässer. Sie dürfen das Wasser nicht dicht über der Kanalsohle absaugen. Die Mindesthöhe des festen Wehrteils von  $0,5 d_0$  ist auch bei den Heberwehren zu berücksichtigen.

## 9.5 Reinigungseinrichtungen in Massivbecken

### 9.5.1 Allgemeine Hinweise

Auf der Sohle von Regenbecken bilden sich Schlammablagerungen. Nur in günstig konstruierten Regenbecken mit gutem Gefälle kann – in Verbindung mit einem großen Drosselabfluss oder Trockenwetterabfluss – eine zufriedenstellende Selbstreinigung erzielt und auf den Einbau einer Reinigungseinrichtung verzichtet werden. Im Zweifelsfall kann dies im Betrieb ermittelt und danach gezielt ein bedarfsgerechtes Reinigungsverfahren ausgewählt werden.

Im Mischsystem werden Regenbecken überwiegend mit folgenden Reinigungseinrichtungen ausgerüstet:

- Schwallspüleinrichtungen,
- Strömungserzeuger,
- sonstige Reinigungseinrichtungen.

Im Trennsystem werden Regenbecken ohne Dauerstau bevorzugt mittels Strömungserzeugern gereinigt. Da der sedimentierte Schlamm einen hohen Anteil an mineralischen Bestandteilen enthält, ist der Einsatz von Schwallspüleinrichtungen in Verbindung mit einer Pumpenentleerung oder einem langen flachen Freispiegelkanal problembehaftet.

## 9.5.2 Schwallspüleinrichtungen

Schwallspüleinrichtungen werden entsprechend ihrer Merkmale in drei Gruppen eingeteilt:

- Spüleinrichtungen mit kippenden Spülwasserbehältern,
- Kammerspüleinrichtungen mit immobilen Spülwasserkammern,
- Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen.

Schwallspüleinrichtungen mit Spülwasserbehältern benötigen einen Spülwassersumpf. Bewährte Spülmedien sind Rohabwasser, gereinigtes Abwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser oder – im Ausnahmefall – auch Trinkwasser. Je weniger Fallhöhe zur Verfügung steht, desto größer muss die eingesetzte Spülwassermenge sein. Befinden sich beim Einstau bewegliche Teile der Reinigungseinrichtung im Abwasser, kann dies einen erhöhten Wartungsaufwand zur Folge haben.

### Spüleinrichtungen mit kippenden Spülwasserbehältern:

Spüleinrichtungen mit kippenden Spülwasserbehältern besitzen einen drehbaren Behälter zur Zwischenspeicherung des Spülwassers. Sie werden bevorzugt in Rechteckbecken eingesetzt.

### Hoch gehängte, kippende Spüleinrichtungen:

Hoch gehängte, kippende Spüleinrichtungen (Spülkippen) sind die häufigsten, in Rechteckbecken eingesetzten Schwallspüleinrichtungen. Sie erreichen die für die Reinigung erforderlichen Schleppspannungen mit geringem Spülwasservolumen. Wenn ausreichend Höhe zur Verfügung steht, werden keine in das Abwasser eintauchenden bewegten Teile benötigt.

**Tief gehängte, kippende Spüleinrichtungen:**

Spüleinrichtungen mit tief gehängten, kippenden Spülwasserbehältern werden vom Abwasser während der Beckenfüllung eingestaut. Sie kompensieren die geringe verfügbare Fallhöhe durch Vergrößerung des eingesetzten Spülwasservolumens.

**Kammerspüleinrichtungen:**

Kammerspüleinrichtungen sind Anlagen mit einer immobilen Kammer zur Zwischenspeicherung des Spülwassers. Sie werden in Rechteckbecken, runden Regenrückhaltebecken sowie in Stauraumkanälen eingesetzt.

**Unterdruckkammer-Anlagen:**

Komponenten der Unterdruckkammer-Anlagen sind eine Spülwasserkammer, eine an der Sohle angeordnete, syphonartige Einlauf- und Auslauföffnung, eine wasserstandsgesteuerte Unterdruckpumpe, ein Ventil und ein Wasserstandsensoren. Wichtig ist die dauerhafte Dichtheit der Spülwasserkammer und der Komponenten zur Unterdruckerzeugung. Es werden keine in das Abwasser eintauchenden, bewegten Teile benötigt.

**Klappenkammer-Anlagen:**

Komponenten der Klappenkammer-Anlagen sind eine Spülwasserkammer mit Auslaufsclitz, eine an einem Stahlrahmen befestigte vom Abwasser eingestaute Klappe mit gegen Abwasser und Verbiss durch Kanalartern resistenter Dichtung sowie eine hydraulische oder pneumatische Betriebseinheit zum Öffnen und Schließen der Klappe samt Füllstandsmessung.

**Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen:**

Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen sind ausschließlich für Regenbecken in langgestreckter Bauform konzipiert (Stauraumkanäle, Regenrückhaltekanäle). Über- oder unterströmte Stau- und Sperrorgane, die vornehmlich quer zur Fließrichtung des Abwassers angeordnet sind, stauen den Abwasserstrom zu großen Spülvolumina auf, um bis zu mehrere 100 Meter Länge sukzessive reinigen zu können.

## 9.5.3 Strömungserzeuger

Strömungserzeuger sind Aggregate, die mittels Flügelrad oder Wasserstrahlpumpe den Wasserkörper im Regenbecken beim Entleerungsvorgang in Bewegung halten und auf diese Weise abgesetzte Feststoffe remobilisieren und diese zusammen mit den noch nicht abgesetzten Feststoffen in Schwebe halten.

Konstruktiv lässt sich unterscheiden in:

- starre Rührwerke,
- schwenkende Rührwerke,

- starre Strahlreiniger,
- schwenkende Strahlreiniger,
- Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise,
- Umpumpsysteme.

Beim Einsatz der Aggregate ist auf den Explosionsschutz gemäß Explosionsschutzdokument zu achten.

Strömungserzeuger können bei der Beckenentleerung den Beckeninhalte bereits frühzeitig umwälzen und damit einen gleichmäßigen Feststofftransport aus dem Regenbecken erreichen. Das ist besonders bei Regenbecken von Bedeutung, die unmittelbar vor Klärwerken angeordnet sind. Bei durch Pumpen entleerten Regenbecken wird das Risiko von Verlegungen vermindert.

Bei Durchlaufbecken dürfen Strömungserzeuger erst arbeiten, wenn keine unmittelbar nachfolgende Entlastung über den Klärüberlauf zu befürchten ist. Die Aggregate dürfen erst anlaufen, wenn der Wasserspiegel sinkt und mindestens 1 m unter der Klärüberlaufhöhe liegt. Unterhalb des Einschaltwasserspiegels wird das Reinigungsgerät zunächst im Intervallbetrieb betrieben, dann in Abhängigkeit von der Beckengeometrie und vom Reinigungssystem ab einer bestimmten Füllstandshöhe im Dauerbetrieb.

Strahlreiniger erzeugen eine starke turbulente Strömung. Zusätzlich eingetragene Luft verhindert eine mögliche Geruchsbildung bei längerer Einstauzeit. Ihr Wirkungsgrad ist unter anderem wesentlich von der Beckenkonstruktion abhängig.

Strömungserzeuger können meistens ohne große bauliche Veränderungen nachträglich in vorhandenen Regenbecken installiert werden.

**Starre Rührwerke:**

Kleine starre Rührwerke haben sich in Rundbecken bewährt. Rührwerke müssen ausgeschaltet werden, bevor die Rührwerksflügel aus dem Abwasser auftauchen, um Zerstörungen durch Unwucht zu vermeiden. Nach dem Abschalten bleibt die Rotationsbewegung des Wasserkörpers noch einige Zeit wirksam.

**Schwenkende Rührwerke:**

Schwenkende Rührwerke sind in Rechteckbecken mit einem Verhältnis von Länge zu Breite kleiner 2:1 und bei anderen strömungsgünstigen Verhältnissen sinnvoll.

**Starre Strahlreiniger:**

Starre Strahlreiniger können in langen, schmalen Rechteckbecken eingesetzt werden. Mehrere Strahlreiniger in einem Regenbecken müssen gestaffelt anlaufen, damit das Stromnetz nicht überlastet wird. Bei günstiger Positionierung können Strahlreiniger mit einem zusätzlichen

Ansaugrohr ausgerüstet werden, welches in einen Sumpf oder in eine Rinne ragt. Dann kann die bereits abwasserfreie Beckensohle nachgereinigt werden.

#### Schwenkende Strahlreiniger:

Schwenkende Strahlreiniger werden in Rechteckbecken mit Sohlenneigung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung, bei ungünstigen Längen- zu Breitenverhältnissen, sehr großen Rechteckbecken sowie bei störenden Einbauten (z. B. Säulen, Treppen) eingesetzt.

#### Starre Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise und Umpumpsysteme:

Starre Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise und Umpumpsysteme zur Durchmischung werden in Stauraumkanälen und Regenrückhaltekanälen verwendet.

### 9.5.4 Sonstige Reinigungseinrichtungen

Sonstige Reinigungseinrichtungen wie Räum-er, Beregnungs- oder Spritzeinrichtungen und Spülrinnen werden bei Regenbecken nur noch selten eingesetzt.

Spülrinnen am Beckenboden oder entlang der Seitenwände, die in Verbindung mit Pumpen und Schiebern arbeiten, können bei großen Regenbecken wirksam sein, sind jedoch aufgrund ihres planerischen und baulichen Aufwands projektspezifischen Sonderlösungen vorbehalten.

Räum-er, Beregnungs- oder Spritzeinrichtungen werden in Regenbecken nicht mehr eingesetzt, da entweder ihre Reinigungswirkung nicht befriedigend oder der maschinelle oder bauliche Aufwand zu groß sind.

### 9.6 Rückhaltung unästhetischer organischer Grobstoffe

Bei Mischwassereinleitungen ist die europäische Norm DIN EN 752 zu berücksichtigen. DIN EN 752 fordert, die Einleitung von Grobstoffen und anderem unansehnlichem Material auf ein annehmbares Maß zu beschränken.

Die Praxis hat gezeigt, dass bei einem Teil der Regenwasserbehandlungsanlagen, obwohl sie nach den Regeln der Technik erstellt wurden, mit der Entlastung von Mischwasser auch unästhetische organische Grobstoffe, (z. B. Toilettenpapier, Plastikfolien, Hygieneartikel) ausgetragen werden, die sich am Uferbewuchs festsetzen. Auffallend ist, dass häufig bei Fangbecken in flachen Kanalnetzen der Austrag von Grobstoffen auftritt, die das Ästhetikempfinden beeinträchtigen. Auch hohe Trennbauwerksschwellen wirken sich bei flachen Netzen nachteilig aus. Auffallend sind weiterhin hoch belastete Stau-

raumkanäle mit unten oder zwischenliegender Entlastung. Die Gewässergüte wird durch den Grobstoffrückhalt in der Regel nur unwesentlich beeinflusst.

Die Rückhaltung organischer Grobstoffe kann daher insbesondere erforderlich werden bei der Einleitung in:

- Badeseen (direkt oder indirekt),
- Trockengräben,
- kleine und renaturierte Gewässer,
- stehende Gewässer,
- Gewässer oberhalb von Hochwasserrückhaltebecken,
- Versickerungsanlagen.

Durchlaufbecken benötigen in der Regel am Beckenüberlauf keine Rechen oder Siebanlage, weil ein hoher Anteil der jährlichen Entlastungswassermenge über den Klärüberlauf in das Gewässer eingeleitet wird. An dem nach 8.1.4 bemessenen Klärüberlauf kann immer auf eine Anlage für den Grobstoffrückhalt verzichtet werden. Auch in Retentionsbodenfilterbecken werden Grobstoffe aufgrund der geringen Horizontalgeschwindigkeit im Retentionsraum und bei Bepflanzung mit Schilf auch vom Bewuchs mit großer Wirkung zurückgehalten. Wenn ein Ansammeln von Grobstoffen auf Retentionsbodenfilterbecken aus Gründen der Ästhetik unerwünscht ist, sollten die Grobstoffe vor dem Retentionsbodenfilterbecken entnommen werden.

Werden organische Grobstoffe als störend empfunden, sollten Rechen- oder Siebanlagen eingebaut werden. Falls der Einbau von Rechen- oder Siebanlagen nicht zeitgleich mit dem Bau der Regenwasserbehandlungsanlage erfolgt, sind Vorkehrungen zu treffen, die eine Nachrüstung ermöglichen. Die Notwendigkeit der Nachrüstung sollte durch Betriebserfahrungen belegt werden.

Rechen bestehen aus feststehenden, parallel angeordneten Stäben oder Lamellen und – soweit erforderlich – aus einer Reinigungsvorrichtung.

Siebe sind entweder gelochte oder geschlitzte Bleche oder Gewebe, die durch Abschaben, Abbürsten, Abspülen etc. gereinigt werden.

Die Durchströmung von Rechen und Sieben kann horizontal oder vertikal erfolgen. Der Wasserdurchsatz wird durch die spezifische Flächenbelastung in  $l/(s \cdot m^2)$  der benetzten Fläche angegeben. Die freie Durchflussfläche bei unbelegtem Rechen/Sieb wird in Prozent der benetzten Fläche angegeben. Beim Einbau ist die Hydraulik des Kanalnetzes (Rückstauenebene) zu beachten.

An Mischwasserentlastungen haben sich Feinrechen mit Stababständen und Feinsiebe mit Schlitz- oder Lochweiten von 4 mm bis 6 mm bewährt. Diese werden auf oder an der Schwelle, die zum Gewässer entlastet, angeordnet. Bei starkem Entlastungsvorgang nach einer lang andauernden Trockenwetterperiode ist mit dem völligen Zusetzen nicht maschinell gereinigter Rechen und Siebe zu rechnen. Als Folge davon ist eine Überströmung von Rechen und Sieben mit erhöhtem Schmutzaustrag zu erwarten. Um dies zu vermeiden, sollten maschinell mit oder ohne Fremdenergie gereinigte Feinrechen und Feinsiebe an Entlastungsanlagen eingesetzt werden. Bei Bedarf können mehrere Geräte parallel geschaltet werden.

Im Allgemeinen ist die Entnahme des Rechen- oder Siebgutes unerwünscht. Um zusätzlichen Betriebsaufwand zu vermeiden, sollte es über den weiterführenden Kanal dem Klärwerk zugeleitet werden.

Das Rechen- und Siebgut besteht im Wesentlichen aus Papier, das gegenüber mechanischer und hydraulischer Belastung instabil ist. Die mechanische Reinigung von Rechen und Sieben sollte deshalb möglichst schonend erfolgen, damit das Papier nicht durch den Reinigungsvorgang zerkleinert und ins Gewässer ausgetragen wird. Rechen und Siebe können so betrieben werden, dass sich im Durchflussbereich aus anlagernden Schwimm- und Schwebstoffen eine Schicht aufbaut, die als zusätzlicher Filter wirkt. Die Reinigung sollte in Abhängigkeit von der hydraulischen Belastung so erfolgen, dass die Anlage eingestaut, aber nicht überströmt wird.

Die erforderliche hydraulische Leistung einer Anlage zur Grobstoffrückhaltung richtet sich vorrangig nach den örtlichen Anforderungen. Dies sind die Gegebenheiten des Gewässers sowie Gefälle und Größe des angeschlossenen Einzugsgebiets. Nach den bisherigen Erfahrungen ist es nicht notwendig, für den hydraulischen Durchsatz eine Regenspende größer 80 l/(s·ha) zu berücksichtigen. Der Abfluss  $Q_{0,max}$  muss auch bei verlegtem Rechen oder Sieb (z. B. durch Überströmen) schadlos möglich sein. Beim hydraulischen Nachweis des Bauwerks ist neben dem Regelbetrieb mit der oben genannten Regenspende auch der Ausfall der Anlage zu berücksichtigen.

## 9.7 Tauchwände zur Rückhaltung von Schwimmstoffen an Stauraumüberläufen

An Streichwehren oder Stauraumüberläufen sind Tauchwände für die Rückhaltung von Schwimmstoffen (z. B. Öle und Fette) nur bedingt geeignet und für die Rückhaltung von Grobstoffen ungeeignet. Ihr Wirkungsgrad sinkt zudem noch mit steigendem Volumenstrom. Ragt die Tauchwand in den Querschnittsbereich des Zulaufkanals oder wird sie zu sohlennah angeordnet, sinkt der Wirkungsgrad weiter. Tauchwände vor senkrecht angeströmten Wehren sind wirksamer.

Erfahrungsgemäß fallen in Wohngebieten Schwimmstoffe nur in geringem Umfang an; deshalb ist hier der Einsatz von Tauchwänden nicht notwendig. Da in Abflüssen aus Industrie- und Gewerbegebieten jedoch Schwimmstoffe zu erwarten sind, können dort vor den Entlastungsanlagen Tauchwände sinnvoll sein.

Tauchwände müssen aus beständigen Materialien wie Beton, Edelstahl oder Kunststoff (erforderlichenfalls beständig gegen ultraviolettes Licht) bestehen. Zur Vermeidung von Verschmutzungen sind sie so zu gestalten, dass Halterungen möglichst glatt sind und außerhalb des Einstaubereichs liegen, sofern dies konstruktiv möglich ist. Über dem maximalen Stauziel sind Belüftungsöffnungen anzuordnen, die eine Heberwirkung durch die Tauchwand verhindern. Tauchwände dürfen wegen des erforderlichen Rückhalts von Schwimmstoffen, insbesondere von Ölen, nicht umläufig sein.

Bewegliche Tauchwände können vertikal oder radial geführt werden.

Beim Klärüberlauf kann auf eine Tauchwand verzichtet werden, wenn er in Form von schräg aufsteigenden Schlitzten ausgebildet wird und aufgrund des Neigungswinkels des Schlitzes eine ausreichende Tauchwandfunktion vorliegt. Dies gilt sinngemäß auch für selbstregulierende Auslaufschlitze.

## 9.8 Rückstausicherungen

An Schwellen von Trennbauwerken sorgen Rückstausicherungen dafür, dass Kanalnetz und Beckenspeicher bei der Füllung hydraulisch entkoppelt, aber bei der Entleerung hydraulisch gekoppelt sind. Bei Überläufen verhindern sie, dass Hochwasser vom Gewässer in das Kanalnetz eindringt. Beim hydraulischen Nachweis des Entlastungskanals sind die zusätzlichen Druckverluste der Rückstausicherung nachzuweisen. Um die beschriebenen Druckverluste der Rückstausicherung zu vermeiden, können auch Schwimm- oder Flutklappen mit einem schwimmfähigen Hohlkörper eingesetzt werden. Diese werden unterhalb der Entlastungsschwelle auf der Gewässerseite angeordnet und benötigen dort einen Bewegungsraum. Bei Hochwasser schwimmen sie auf und dichten den Entlastungsquerschnitt ab.

Wegen Dichtheitsproblemen mit herkömmlichen Metallklappen und den meist kleinen Druckhöhen haben sich sehr leichtgängige, weichdichtende Rückstauklappen bewährt. Diese Art der Rückstausicherung lässt sich auch bei Schlitzan Klärüberläufen einsetzen. Das macht Rückstauklappen am Ende des Entlastungskanals überflüssig.

Selbstregulierende Entlastungsorgane können so ausgebildet werden, dass sie sich bei Rückstau gegen einen Anschlag lehnen oder maschinell geschlossen werden und damit auch als Rückstausicherung dienen.

Bei hohen Anforderungen an die Betriebssicherheit sind zusätzlich zu den automatischen Rückstausicherungen Hochwasserschieber anzuordnen.

## 9.9 Pumpen

Grundlegende Aussagen zu Pumpen werden im Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 134 gemacht. Hochwasserpumpwerke und Pumpanlagen, welche in längere Druckleitungen über größere Entfernungen fördern, werden hier nicht behandelt. Regenbeckenspezifische Ergänzungen zum Thema „Pumpen“ finden sich im Merkblatt DWA-M 176.

## 10 Elektrotechnische Ausrüstung

### 10.1 Messtechnik

#### 10.1.1 Erfordernis von Messungen

Das Messen von Zustandsgrößen ist Voraussetzung für das automatische Steuern und Regeln von maschinellen, elektrisch angetriebenen Aggregaten in Anlagen der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Messungen können außerdem Meldungen von Betriebsstörungen auslösen und erlauben die nachträgliche Analyse der Ursachen. Sie dienen somit entscheidend der Steigerung der Betriebssicherheit.

Darüber hinaus werden Messdaten verwendet, um im Rahmen der Eigenkontrolle das Betriebsverhalten von Anlagen der Regenwasserbehandlung zu überwachen und deren Effizienz zu analysieren. Insbesondere die messtechnische Erfassung des Einstau- und Entlastungsverhaltens liefert eine Datenbasis zur Abschätzung der Notwendigkeit und des Umfangs von Erweiterungsmaßnahmen. Die Erfassung dieser Kenngrößen an wasserwirtschaftlich bedeutsamen Regenbecken wird daher in den Eigenkontrollverordnungen vieler Bundesländer gefordert.

Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf grundsätzliche Aspekte des Messens an Regenbecken. Detaillierte Darstellungen finden sich im Merkblatt DWA-M 181 „Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen“.

#### 10.1.2 Arten und Aufgaben von Messungen

An Regenbecken sollten folgende Größen messtechnisch erfasst werden:

- Wasserstände im Oberwasser von Überlaufschwellen zur Ermittlung der Entlastungsaktivität (Überlaufhäufigkeiten und -dauer) und zur orientierenden Abschätzung der Entlastungsabflüsse und -wassermengen,
- Wasserstände im Trennbauwerk und in der Speicherkammer zur Steuerung von Aggregaten,
- Drosselabflüsse zur Regelung und Überwachung des Drosselorgans.

Der Wasserstand an Überlaufschwellen wird gemessen, um Entlastungsereignisse zu erfassen. Aus den Werten wird die Entlastungsaktivität ermittelt. Ein Zählkriterium für die Entlastungshäufigkeit findet sich im Merk-

blatt ATV-DVWK-M 177. Dort wird empfohlen, die Entlastungshäufigkeit als Kalendertage mit Entlastung zu definieren. Wegen der hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit ist grundsätzlich ein kleinerer Messbereich erforderlich als bei der Messung des Wasserstands in der Speicherkammer.

Unter günstigen Randbedingungen (senkrechte Anströmung, gleichmäßige Schwellenbelastung, keine Windbeeinflussung, keine störenden Einbauten) kann bei Klärüberläufen der Oberwasserstand auch genutzt werden, um den Entlastungsabfluss  $Q_{KÜ}$  und daraus die entlasteten Wassermengen unter Verwendung von Abflusskurven abzuschätzen. Bei langen Wehrschwelen empfiehlt sich zur Erhöhung der Genauigkeit der Einbau von mehreren Messstellen. Trotzdem bleibt die Messgenauigkeit bei schräger Anströmung, „schiefer“ Wasserspiegel oder gar bei Wechselsprung und unklarer Hydraulik gering.

Bei selbstregulierenden Entlastungsorganen ist der Oberwasserstand allein kein ausreichendes Kriterium für die Erfassung von Entlastungsereignissen. Ergänzend muss die Wehr- oder Klappenstellung erfasst werden.

Wenn die Abschätzung des Entlastungsabflusses aus der Entlastungsaktivität zu ungenau ist, kann bei Rückstaufreiheit der Entlastungsabfluss unmittelbar im Entlastungskanal gemessen werden. Wegen der großen Spannweite der Abflüsse und der ausgeprägten Dynamik ist dies jedoch eine sehr anspruchsvolle Messaufgabe, die eine günstige Gestaltung der Messstelle erfordert.

Aus Sicht des Gewässerschutzes sind die Qualität des Entlastungsabflusses und die mit ihm emittierten Frachten von Bedeutung. Im Bereich des Klärüberlaufs sollte daher die Möglichkeit zur manuellen und automatischen Probenentnahme vorgesehen werden.

Der Wasserstand im Trennbauwerk und in der Speicherkammer wird gemessen, um maschinentechnische Aggregate (z. B. Pumpen und Rührwerke) anzusteuern. Darüber hinaus wird durch diese Messung das Einstauverhalten erfasst. Abhängig von den anzusteuern den Aggregaten und dem Steuerungskonzept können weitere Höhenstandsmessungen in anderen Bauwerkskomponenten erforderlich sein.

Aus den Wasserständen und dem Betrieb der angesteuerten Aggregate können weitere Größen ermittelt werden. Dies sind beispielsweise:

- Stellungen von Schiebern, Schützen, Wehren etc.,
- Aktivität von Pumpen, Rührwerken, Spülvorrichtungen, Rechen und Sieben,
- Betriebsstunden, Stellspiele usw.,

- Betriebsweise von Aggregaten (Automatik- oder Vor-Ort-Betrieb),
- Strom- und Wasserverbrauch.

Die Messung des Drosselabflusses ist zwingend erforderlich, wenn der Abfluss über einen elektrisch oder pneumatisch angetriebenen Schieber geregelt wird. Die Messung wird häufig in einer gedückten Leitung unter Vollfüllung durchgeführt. Dadurch reduziert sich die Messunsicherheit gegenüber einer Messung im Teilfüllungsabfluss deutlich. Ablagerungsfreiheit im Düker ist nachzuweisen. Ergebnisse von Durchflussmessungen können durch Lufteintrag verfälscht werden. Deshalb sind z. B. freie Abstürze im Zulaufbereich der Messung zu vermeiden.

Das häufigste Verfahren zur Messung von Drosselabflüssen ist die magnetisch-induktive Messung (MID). Bei korrekter Gestaltung der Messstelle und Vermeidung von Lufteintrag erreichen magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte (MID) die höchste Genauigkeit und Betriebsstabilität. Da die Kosten von MID mit dem Durchmesser der Rohrleitung zunehmen, sind bei größeren Nennweiten oft andere Verfahren günstiger, z. B. Ultraschall-Verfahren mit digitaler Mustererkennung, jedoch weniger genau (Merkblatt DWA-M 181).

### 10.1.3 Anforderungen an Messungen

Abhängig von ihrer jeweiligen Aufgabe sind an Messungen unterschiedliche Anforderungen zu stellen. So steht bei einer Wasserstandsmessung mit Steuerungsfunktion deren Ausfallsicherheit im Vordergrund. Soll dagegen der Entlastungsabfluss aus der Überfallhöhe ermittelt werden, ist das primäre Beurteilungskriterium die Genauigkeit der Wasserstandsmessung. Die messtechnische Ausrüstung und Gestaltung der Messstelle ist daher entsprechend der jeweiligen Aufgabe zu planen.

Die Genauigkeit des Messergebnisses wird nur zu einem Teil durch die Qualität der eingesetzten Messtechnik bestimmt. Weitere, oftmals einflussreichere Faktoren sind die hydraulischen Randbedingungen, Wartung und Überprüfung im Betrieb, Datenübertragung und Datenprüfung.

Bereits bei der Planung von Messstellen sind der Aufwand für den ordnungsgemäßen Betrieb und die sich daraus ergebenden Anforderungen an das Personal zu berücksichtigen. Die Qualität von Wartung, Überprüfung und Datenverarbeitung muss langfristig gewährleistet sein. Es ist immer zu prüfen, ob anspruchsvolle Messeinrichtungen durch einfachere, weniger wartungsintensive Einrichtungen ersetzt werden können. Keinesfalls sollte aus Kostengründen auf wasserwirtschaftlich oder betrieblich erforderliche Messungen

verzichtet werden. In vielen Fällen stellen sinnvoll betriebene und ausgewertete Messungen einen störungsfreien und mit Blick auf den Gewässerschutz effektiven Betrieb von Regenbecken erst sicher. Langfristig sind sie somit auch wirtschaftlich sinnvoll.

### 10.1.4 Planung von Messstellen

Die erzielbare Genauigkeit einer Messung, die Ausfallsicherheit sowie der Aufwand für Betrieb und Wartung hängen maßgeblich von der Anordnung und Gestaltung der Messstelle ab. Die genaue Positionierung von Messeinrichtungen muss daher bereits im Zuge der Bauwerksplanung festgelegt werden. Bei anspruchsvolleren Messaufgaben müssen im Rahmen der Bauwerkskonstruktion günstige hydraulische Randbedingungen geschaffen werden. Die Planung der Messstellen liegt daher in der Verantwortung des Bauwerksplaners. Sie ist eine Ingenieurleistung, die vertiefte Kenntnisse der Hydraulik, des Beckenbetriebs und der Messtechnik voraussetzt. Für komplexe Messaufgaben sind Fachexperten hinzuzuziehen. Keinesfalls sollte die Planung der Messstellen und der Messeinrichtungen erst vom elektrotechnischen Fachplaner wahrgenommen werden.

Allen Messgeräten ist gemeinsam, dass sie eines Mindestaufwands an Kontrolle und Wartung bedürfen. Wesentliche Aspekte bei der Auswahl des Einbauorts sind daher die Zugänglichkeit sowie eine ausreichende natürliche oder künstliche Beleuchtung. Der Planer hat dafür Sorge zu tragen, dass alle für Wartung, Betrieb und Überprüfung erforderlichen Arbeiten an der Messstelle möglichst leicht und gefahrlos möglich sind. Eine Anleitung für diese Arbeiten ist der Betriebsanweisung des Bauwerks beizufügen. Des Weiteren sind die zusätzlichen Investitionskosten für Blitzschutz und gegebenenfalls unterbrechungsfreie Stromversorgung zu berücksichtigen. Die Anordnung der Messtechnik außerhalb des Ex-Schutzbereichs ist anzustreben.

In unmittelbarer Nähe und in direktem Sichtkontakt zu jeder Höhenstandsonde ist ein eingemessener, korrosionssicherer Höhenbolzen anzubringen, der im Rahmen einer wiederkehrenden Überprüfung als Bezugspunkt dient. In der Betriebsanleitung sind jeweils die relative Höhe der Sonde, des Nullpunkts der Messung und markanter Punkte im Messbereich (z. B. Schwellenhöhen), bezogen auf diesen Höhenbolzen, zu dokumentieren.

### 10.1.5 Messsignale, Messintervalle

Werden normierte analoge Messsignale erzeugt, so ist der Messbereich von 4 mA bis 20 mA zu verwenden, da sich auf diese Weise die Funktionsbereitschaft der Messgeräte (live-zero-Effekt) überwachen lässt. Bedingt durch äußere Einflüsse weist die Übertragung von Analogsignalen grundsätzlich eine gewisse Instabilität auf, die aber bei vielen Anwendungen vernachlässigbar ist. Bei Anwendungen mit sehr großen Messbereichen und hohem Genauigkeitsanspruch sind digitale Bussysteme zu bevorzugen.

Aufgrund der dynamischen Abflussprozesse bei Regenwetter sind einige Größen (z. B. Abfluss und Stellung selbstregulierender Entlastungsorgane) mit hoher zeitlicher Auflösung zu messen. Um die Überlaufaktivität zutreffend zu erfassen, sollten die Messintervalle die Dauer von 1 min bis 5 min nicht überschreiten.

## 10.2 Steuerungs- und Regelungstechnik

### 10.2.1 Steuerungen

Mit Steuern oder Steuerung wird aus der Systemtheorie kommend der Vorgang bezeichnet, bei dem in einem System eine Störgröße gemessen und dann ein Stellsignal erzeugt wird, das die Wirkung der Störgröße aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeit kompensiert. Kennzeichnend für Steuerungen sind der offene Wirkungsweg und der einfache und direkte Wirkungsablauf mit stabiler Dynamik ohne Rückkopplung.

Ein typisches Beispiel für das Steuern wäre das Auslösen einer Schwallspülung nach einer Beckenentleerung. Ob das Regenbecken wirklich verschmutzt war oder nachher hinreichend gereinigt wurde, bleibt der Steuerung unbekannt.

Werden maschinentechnische Aggregate an Regenbecken wie Pumpen, Schieber, Klappen und Wehre, Reinigungsgeräten, Sieben und Rechen usw. mit Fremdennergie angetrieben, so werden sie über Schaltgeräte gesteuert und über Motorschutzeinrichtungen (z. B. auf Kurzschluss, Einphasenlauf und Überlastung) überwacht und abgesichert.

Gesteuert wird beispielsweise:

- **niveauabhängig**, (z. B. Pumpen, Rechen- und Siebreinigung oder Rührwerke „Ein“ oder „Aus“ oder Hochwasserschieber „Zu“ oder „Auf“),
- **durchflussabhängig**, (z. B. oberwassergesteuerte Drosselschieber, Hinzuschalten einer zweiten Ent-

leerungspumpe bei Unterschreitung des zulässigen Beckenabflusses),

- **zeitabhängig**, (z. B. Belüftung von Geschiebeschächten, Nachlaufzeit bei Entleerungspumpen oder nächtliches Entleeren, Routinebewegungen für Pumpen und Schieber),
- **sollwertabhängig**, (z. B. Veränderung des Soll-Drosselabflusses bei Kanalnetzbewirtschaftung).

Zeigt die Betriebserfahrung, dass der gewählte Steueralgorithmus nicht optimal ist, so kann – z. B. durch Umprogrammieren der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) – ein anderes oder optimiertes Stellsignal erzeugt werden. Ein Beispiel dafür ist die Erhöhung der Anzahl der Kippvorgänge von Spülwasserbehältern bei unzureichender Beckenreinigung.

## 10.2.2 Regelungen

Mit Regeln oder Regelung wird der Vorgang bezeichnet, bei dem fortlaufend eine Ausgangsgröße eines Systems gemessen und mit einer von außen vorgegebenen Soll- oder Führungsgröße verglichen wird. Aus der Differenz zwischen Ist- und Sollwert, der Regelabweichung, wird eine Stellgröße abgeleitet, die aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeit die Abweichung verkleinern soll. Der Vorgang wiederholt sich ununterbrochen oder in Intervallen. Kennzeichnend für Regelungen ist der geschlossene Wirkungsweg, die Rückkopplung. Ein typisches Beispiel für das Regeln wäre das Absenken eines beweglichen Überfallwehrs mit Zwangsantrieb nach Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwasserstands im Regenbecken. Die Regelung nimmt nach einer Weile wahr, ob die Aktion hinreichend Wirkung gehabt hat. Wenn nicht, wird das Wehr nochmals abgesenkt.

Dabei ist großer Wert darauf zu legen, dass die Regelung „stabil“ bleibt, also das Wehr nicht überreagiert. Senkt es sich zu weit ab, fällt der Wasserstand unter das Sollmaß und der Regler gibt den Befehl zum Aufrichten. Daraufhin steigt wieder der Wasserstand, und das Wehr senkt sich zum zweiten Mal usw. Regelungen haben wegen der Rückkopplung grundsätzlich die Tendenz zur Instabilität und zum Schwingen (Oszillation). Im schlimmsten Fall kommt es zum „Durchgehen“. Das Wehr fährt ununterbrochen zwischen Höchst- und Niedrigststellung hin und her, solange der Wasserstand im Regelbereich liegt.

Die Wasserstandsregelung an Regenbecken ist wegen der trägen Rückkopplung des Wasserstands aus der Differenz zwischen Zufluss und Überlauf eine der schwierigsten Aufgaben. Dazu sind die Ist-Soll-Wert-Toleranzen und die Reglerparameter (Proportional-,

Integral- und Differentialbeiwerte, die Stellgeschwindigkeit und die Stellintervalle) optimal aufeinander abzustimmen.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Förderung von Abwasser über frequenzgeregelte Pumpen. Dazu wird wieder über einen Regler der Istwert (Durchfluss) mit dem Sollwert verglichen und der die Pumpen speisende Frequenzumformer so geregelt, dass sich die Pumpendrehzahl und damit der geförderte Volumenstrom dem gewünschten Ziel anpassen.

In beiden Anwendungsfällen ist es möglich, über eine Fernwirkeinrichtung bei Bedarf Sollwertänderungen von der Schaltzentrale aus vorzunehmen. Dabei sind jedoch die wasserrechtlichen Vorgaben zu beachten. Bei Ausfall der Fernübertragungseinrichtung ist auf den lokalen Sollwert zurückzuschalten.

Bei Ausfall eines übergeordneten Prozessleitsystems (PLS) oder einer Störung der Fernwirkverbindung muss der gesicherte Betrieb durch die örtliche Steuerung gewährleistet sein.

## 10.3 Elektrische Schaltanlagen

Elektrische Steuer-, Regel- und Überwachungsgeräte, Signalisierungseinrichtungen, Messinstrumente, Verstärker der Messgeräte, Schreiber oder Datenerfassungsgeräte, erforderliche Blitzschutz- und Überspannungsableiter und die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) werden in Schaltanlagen zusammengefasst.

Die Schaltanlagen können für Innenraumaufstellung oder für Außenaufstellung ausgelegt sein. Bei umfangreicheren Anlagen wird die Innenraumaufstellung in einem zu errichtenden einbruchsicheren Hochbauteil (Betriebsstätte, Schaltwarte) empfohlen. Der Standort von Schaltanlagen sollte überflutungssicher sein. Die Unterbringung in unterirdischen Betriebsräumen hat sich nicht bewährt und sollte vermieden werden.

Schaltanlagen für Außenaufstellung haben für den Einsatz bei Dunkelheit eine Schrankinnenbeleuchtung sowie zur Temperaturregelung eine thermostatgeregelte Innenschrankheizung oder Belüftung. Im Schaltschrank sollten auch Steckdosen (230 V und 400 V) vorhanden sein.

Für alle Vorort-Aggregate sind robuste, verständlich beschriftete und einfach zu bedienende Bedienungs- und Anzeigegeräte vorzusehen. Die Anzeige der aktuellen Messwerte vor Ort ist unverzichtbar für Funktionsprüfungen und Plausibilitätskontrollen. Eine Steuerung der Aggregate ausschließlich über einen berührungsempfindlichen Bildschirm (touch screen) ist empfehlenswert,

allerdings muss eine komplizierte Menüführung vermieden werden. Es empfiehlt sich die Anordnung einer parallelen Handbedienungsebene mittels einer Schalttafel mit Systembild, z. B. als Frontplattengrafik mit Leuchtdioden oder eines thin-film transistor Displays (TFT-Display). Bei umfangreichen Anlagen oder Betriebsstellen kann auch zusätzlich ein dynamischer Berührungsbildschirm erforderlich werden.

Lokale Alarminrichtungen, wie Warnblinklampen oder Störsänger, gehören zur Mindestausrüstung. Besser sind Fernüberwachungs- und Fernwirkkomponenten.

## 10.4 Stromversorgung, Zählerplatzausrüstung und Explosionsschutz

Für die Zählerplatzausrüstung sowie auch für den Anlauf von Elektromotoren größerer Leistung (Stern-Dreieck- oder elektronischer Sanftanlauf) müssen die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des zuständigen Energieversorgungsunternehmens (EVU) berücksichtigt werden, weil die allgemein gültigen Vorschriften der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) nicht alle ortsspezifischen Belange abdecken.

Die Ausführungen zum Explosionsschutz gemäß 9.2 gelten für die elektrotechnische Ausrüstung entsprechend.

## 10.5 Störmeldungen, Fernüberwachungs- und Fernwirkeinrichtungen

Hydraulische, maschinelle und messtechnische Ausrüstungen an Regenbecken können Störungen unterworfen sein. Deshalb ist es notwendig, sie in ein Überwachungskonzept einzubeziehen. Solche Überwachungsmöglichkeiten sind:

- regelmäßige Begehung, Inspektion und Wartung,
- Warnlampe an der Schaltanlage,
- Störsänge über das Fernsprechnet,
- Short-Message-Service-Meldungen (SMS-Meldungen),
- zentrale Störüberwachungseinrichtung,
- zentrale Fernwirkeinrichtung mit Prozessdatenverarbeitung,
- Protokollierung von Störmeldungen.

Abhängig von den lokalen Gegebenheiten und betrieblichen Bedürfnissen (Personalsituation, Ausdehnung des Entwässerungsnetzes, Gefährdungspotenzial, Erreichbarkeit der Bauwerke im Winter, Umfang der

Maschinen- und Elektrotechnik, Wunsch zur Möglichkeit steuernder Ferneingriffe, z. B. bei Störfällen oder zur Kanalnetzbewirtschaftung) ist eine Möglichkeit aus dieser Palette zu wählen. Bei Entwässerungsnetzen mit mehreren Außenstellen ist die Einrichtung einer zentralen Fernwirkeinrichtung mit einem Prozessleitsystem (PLS) anzuraten. Weitere Einzelheiten zu diesem Komplex behandelt das Merkblatt DWA-M 207 „Informations- und Kommunikationsnetzwerke für die Abwassertechnik“.

Für die Datenfernübertragung im Abwasserbereich eignen sich folgende Möglichkeiten:

- vorhandene private Standleitungen (hohe Unterhaltungskosten),
- Daten-Direkt-Verbindungen (digital nutzbare, feste Leitungsverbindungen, z. B. auf dem Klärwerk),
- *Global System for Mobile Communication* (GSM) (z. B. D-Netz),
- *General Packet Radio Service* (GPRS) als schneller Datenkanal im GSM-Netz,
- *Digital Subscriber Line* (DSL),
- Funkverbindung im Zeitschlitzverfahren.

Welches Übertragungsnetz im Einzelfall das richtige und kostengünstigste ist, muss projektspezifisch ermittelt werden.

Meldungen sollten so aufbereitet werden, dass dem Bediener eine eindeutige Störungszuordnung möglich ist. Zur Gewährleistung einer schnellen Störungslokalisierung haben die Meldungen des örtlichen Bedienstans und die der oberen Bedienebene dieselben Texte und Zeitstempel.

Eine Absicherung gegen einen vorübergehenden Ausfall der Datenübertragung sollte durch eine zusätzliche lokale Speicherung erreicht werden (Datalogging). Dabei ist sicherzustellen, dass die während der Ausfallzeit lokal archivierten Daten nachträglich in das zentrale System übertragen werden.

## 10.6 Erfassung und Archivierung von Messdaten

Die Beurteilung des Anlagenverhaltens (z. B. durch Ermittlung der Entlastungsaktivität) setzt die Analyse der Daten über Zeiträume von mehreren Jahren voraus. Aufgrund der Dynamik der Prozesse bei Regenwetter ist dabei für einige Messgrößen eine hohe zeitliche Auflösung erforderlich (Messintervall 1 min bis 5 min). Relevant sind für die Analyse neben den eigentlichen Messdaten auch die Zustandsgrößen der Stellaggregate. Es ist daher sicherzustellen, dass Ganglinien der Originalwerte aller Größen über lange Zeiträume vorliegen. Eine Verdichtung der Daten zu Mittelwerten oder Summen ist zu vermeiden, da dies eine spätere Prüfung oder gar Korrektur von Grenzwerten (z. B. der Höhe von Überlaufschwellen) unmöglich macht.

Etabliert haben sich Archivierungsverfahren, die Zeitreihen ohne Informationsverlust komprimieren, indem nur Werte aufgezeichnet werden, die sich um einen Mindestbetrag vom Vorgängerwert unterscheiden. Dabei ist jedoch der Mindestbetrag mit Vorsicht zu wählen.

Bei einer größeren Anzahl von Messeinrichtungen innerhalb eines Entwässerungssystems sollte ein Messdatenmanagementsystem (MDMS) eingerichtet werden, das Erfassung, Prüfung und Korrektur, Dokumentation und Archivierung großer Datenmengen sowie den Austausch mit anderen Systemen ermöglicht. Ein solches System ist Voraussetzung dafür, die erhobenen Daten mit vertretbarem Aufwand für die Optimierung von Betrieb und Planung handhabbar zu machen. Abhängig von den technischen Randbedingungen, der Zielsetzung der Messungen und der Organisationsstruktur des Betreibers sind die Konzeption der Datenströme und deren Verwaltung jeweils individuell zu lösen.

Die softwaretechnische Umsetzung des Messdatenmanagements kann sich auf spezielle Produkte für das Zeitreihen-Management stützen oder auf entsprechende Erweiterungen von Prozessleitsystemen (PLS). Konventionelle PLS verfügen in der Regel nicht über alle notwendigen Funktionalitäten. Messdatenmanagementsysteme in Entwässerungssystemen sind Gegenstand des Merkblatts DWA-M 151 (Entwurf Juni 2013).

Die Gesamtheit aus Hardware und Software zur Archivierung, Visualisierung, Protokollierung und Auswertung von Prozessdaten, zur Störmeldungsbearbeitung und -weiterleitung, zur Einsatzplanung für die Instandhaltung bis hin zur dynamischen Kanalnetzbewirtschaftung wird mit der Bezeichnung *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) zusammengefasst.

## 11 Ertüchtigung bestehender Regenbecken

### 11.1 Veranlassung einer Ertüchtigung von Regenbecken

Unter Ertüchtigungen versteht man: Instandsetzung, Modernisierung und Erweiterung sowie die Erneuerung der Ausrüstung von bestehenden Regenbecken.

Sie kommt in Betracht, wenn:

- der bauliche Zustand der Anlage sanierungsbedürftig ist,
- eine aktuelle Volumenberechnung eine hydraulische und oder volumenmäßige Anpassung erfordert,
- eine aktuelle Volumenberechnung eine hydraulische Anpassung oder Erneuerung des Drosselorgans erfordert,
- eine aktuelle Volumenberechnung die Anpassung der Beckenart erfordert,
- die Beckengestaltung nicht den Anforderungen der jeweiligen Beckenart entspricht,
- die Betriebsverhältnisse unbefriedigend sind,
- unästhetische Grobstoffe am Gewässer als störend empfunden werden,
- die Beckenreinigung unzureichend ist,
- am Regenbecken Probleme mit Geschiebematerial auftreten,
- die elektrische Mess- Steuer und Regeltechnik (EMSR-Technik) sanierungsbedürftig ist,
- die Installation einer Fernwirkanlage ansteht,
- eine Anpassung an die Unfallverhütungsvorschriften oder an die Arbeitssicherheitsvorschriften erforderlich ist.

Vor jeder Ertüchtigung ist der bauliche Zustand eines Beckens zu überprüfen und der Sanierungsbedarf für die Gesamtanlage mit Kosten zu belegen sowie die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens nachzuweisen. Grundsätzlich sollte sich der Planer bei der Ertüchtigung von Regenbecken am Standard von Neuplanungen orientieren. Er hat – soweit wie möglich – die Vorgaben dieses Arbeitsblattes einschließlich der rechnerischen Nachweise zu berücksichtigen. Keine Kompromisse können bei der Sicherheitsausrüstung erlaubt werden. Erfahrungen des Betriebspersonals sind zu berücksichtigen.

## 11.2 Sanierung der Bausubstanz

Vor der Ertüchtigung von Massivbecken sollten zuerst folgende Punkte überprüft werden:

- Betonkorrosion,
- Bewehrungskorrosion,
- Betonüberdeckung der Bewehrung,
- Schäden am Beton und am Profilbeton,
- Dichtheit von Fugen,
- Dichtheit von Wanddurchführungen.

Das Ergebnis dieser Prüfung kann ergänzende statische Untersuchungen erfordern und ist Grundlage für die Entscheidung über Sanierung oder Erneuerung der Bausubstanz. Im Bedarfsfall sollten entsprechende Sanierungs- oder Neuplanungen erstellt werden.

Viele bestehende Wanddurchführungen wurden bislang unzureichend abgedichtet. Deshalb sind Durchführungen von einem Ex-gefährdeten Bereich zu Ex-Zonenfreien Bereichen gasdicht auszuführen.

Vor der Ertüchtigung von Erdbecken sollte vorrangig die Abdichtung auf ihre Dichtheit überprüft und gegebenenfalls die erforderlichen Kosten für die Wiederherstellung der Dichtheit ermittelt werden.

## 11.3 Anpassung an die aktuelle Volumenberechnung

### 11.3.1 Folgen der Volumenberechnung

Vor Festschreibung der Volumenberechnung müssen die baulichen Auswirkungen auf das gesamte Zu- und Ableitungssystem des Regenbeckens selbst unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems auf Plausibilität überprüft sein.

Die festgeschriebene Volumenberechnung kann eine Volumenerweiterung und/oder Änderungen der Volumenströme des Regenbeckens erforderlich machen. Weiter können sich auch Änderungen bei der Beckenanordnung (Haupt- oder Nebenschluss) und der Beckenart (Fang-, Durchlauf-, Verbundbecken) ergeben.

### 11.3.2 Volumenerweiterung

Die erforderliche Volumenerweiterung kann durch eine Erhöhung des Beckeneinstaus unter Beachtung der Rückstauhöhe und der Auswirkungen auf die maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung des Regenbeckens erreicht werden. Weitere Möglichkeiten sind die Aktivierung des anrechenbaren statischen Kanalvolumens im Zulaufkanal, der Bau zusätzlicher Kammern oder eine Kombination der aufgezeigten Möglichkeiten.

Ist rechnerisch eine große Volumenerweiterung nötig, wird empfohlen, vor Durchführung baulicher Maßnahmen das Entlastungsverhalten durch Messungen zu überprüfen.

### 11.3.3 Änderung der Volumenströme

Anhand der festgeschriebenen Volumenströme ist die hydraulische Berechnung der Beckenkomponenten zu überprüfen. Mit den geänderten Volumenströmen sind die hydraulischen Nachweise nach Abschnitt 12 zu führen. Hierbei kann festgestellt werden, ob die bestehenden Bauwerkskomponenten mit ihren Ableitungs- und Entlastungselementen unter Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte beibehalten oder baulich abgeändert werden müssen.

Änderungen der Volumenströme beim Drosselorgan sind in 11.4 behandelt. Höhere hydraulische Belastungen von Leitungen können gegebenenfalls durch Druckrohrbetrieb aufgefangen werden. Die Erhöhung der hydraulischen Leistung von in die Beckensohle eingelassenen Trockenwetterrinnen durch Vertiefung ist wegen der Bewehrung problematisch. Vorteilhafter ist in diesem Fall eine Erhöhung mittels Aufkantungen (z. B. aus Edelstahlprofil oder durch Aufbeton) oder – falls das Volumen es erlaubt – die Anhebung der Beckensohle.

Eine zu hohe Schwellenbelastung des Klärüberlaufs von Rechteckbecken kann durch den Einbau eines beidseitig angeströmten Klärüberlauftrögs wirkungsvoll verringert werden. An Schwellen von Beckenüberläufen kann der Einsatz von technischen Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung nach 9.4 sinnvoll sein.

Bei hohem baulichem Aufwand für die erforderliche Änderung ist im Einzelfall mit der Aufsichtsbehörde abzustimmen, ob Grenzwertüberschreitungen ausnahmsweise zugelassen werden.

### 11.3.4 Änderung der Beckenanordnung

Eine kostengünstige Änderung der Beckenanordnung von Hauptschluss zum unechten Nebenschluss ist mit einer Verbindungsleitung vom Beckenüberlauf zum Drosselbauwerk möglich. Dabei wird das Regenbecken während der Füllphase im Hauptschluss betrieben. Die Verbindungsleitung wird erst kurz vor der Beckenvollfüllung beschickt. Gleichzeitig wird der Drosselabfluss aus dem Regenbecken verriegelt und somit eine zeitweise Anordnung im Nebenschluss erreicht. Durch den Einbau zusätzlicher Verschlussorgane können je nach Beckenwasserstand schadstoffbelastete Flüssigkeiten von Unfällen oder Löschwasser zwischengespeichert werden.

### 11.3.5 Anpassung der Beckenart

Durch Erweiterung der Einzugsgebiete kann die Änderung der Beckenart erforderlich werden. Im Regelfall ist hierbei der Umbau eines Fangbeckens zu einem Durchlaufbecken vorgesehen. Hierbei sind die Hinweise in 7.1.2 oder 7.3.2 zu beachten.

Wird ein bestehendes Regenbecken mit einem Retentionsbodenfilterbecken ergänzt und so zu einer Retentionsbodenfilteranlage umgebaut, ändert sich die Funktion des Regenbeckens.

## 11.4 Hydraulische Anpassung oder Erneuerung des Drosselorgans

Müssen Drosselabflüsse verändert werden, ist zu prüfen, ob das vorhandene Drosselorgan auf den neuen Soll-Abfluss verstellt werden kann. Dabei ist das Alter der Anlage zu berücksichtigen. Die typische Nutzungsdauer für Drosselanlagen liegt zwischen 15 und 30 Jahren. Es gab in den zurückliegenden Jahren einen erheblichen technischen Fortschritt.

Fällt die Entscheidung zugunsten einer Erneuerung des Drosselorgans, ist zu überlegen, ob bei der Nachrüstung eine höhere Geräteklasse, z. B. Abflussregelung statt Abflusssteuerung, zweckmäßig ist (siehe 9.3: Bild 34). Auch sollte überprüft werden, ob ein Fernwirkanschluss (siehe 11.11) sinnvoll ist.

## 11.5 Verbesserung der Beckengestaltung von Durchlaufbecken

Erfüllt die vorhandene Beckengeometrie von rechteckigen Durchlaufbecken nicht die geometrischen Vorgaben nach 7.1.2, ist zu prüfen, ob diese durch den Einbau von nicht tragenden Trennwänden erreicht werden können. Gegebenenfalls ist nachträglich ein Einlauf- und Verteilungsbauwerk einzubauen oder das vorhandene Bauwerk zu optimieren.

Zur Begrenzung des Abflusses am Klärüberlauf können über die gesamte ablaufseitige Breite der Sedimentationskammer selbstregulierende Auslaufschlitze eingebaut werden. Der Nachweis der zulässigen Schwellenbelastung von 75 l/(s·m) beim kritischen Zufluss kann bei Klärüberläufen nicht immer geführt werden. Mit der Aufsichtsbehörde ist gegebenenfalls abzuklären, ob die bestehende Ausbildung des Klärüberlaufs beibehalten werden darf.

Können für bestehende Regenbecken die geforderten Kennwerte von Durchlaufbecken (Rechteckbecken Mischsystem siehe 7.1.2, Rundbecken Mischsystem siehe 7.3.2, Regenklärbecken siehe 7.2 und 7.4) nicht eingehalten werden, ist – zur Vermeidung von hohen Umbaukosten – mit der Aufsichtsbehörde zu klären, welche Kompromisse vertretbar sind.

Zur Festlegung der optimalen Beckengestaltung kann ein computergestütztes dynamisches Simulationsmodell (*Computational Fluid Dynamics*, CFD-Modell) oder ein hydraulisches Modell hilfreich sein.

## 11.6 Verbesserung der Betriebsverhältnisse

Arbeiten an Regenbecken sollten unter zeitgemäßen Arbeitsbedingungen durchführbar sein. Dies wird z. B. erreicht durch:

- Schwimmleitern mit Einsteighilfen als Ersatz für feste Leitern oder Steigeisengänge im Einstaubereich der Regenbecken,
- feste Leitern mit Einsteighilfen als Ersatz für Steigeisengänge,
- klappbare Abdeckungen von Einstiegsöffnungen,
- Vergrößerung von Einstiegsöffnungen,
- ausreichende Be- und Entlüftung (erforderlichenfalls technische Zwangsbelüftung),
- mobile und/oder stationäre Beleuchtung,
- Hochbauteil für die elektrotechnische Ausrüstung,
- Trockenwetterrinne zur gezielten Ableitung des Drosselabflusses.

Detaillierte Ausführungen zu diesen Punkten können dem Merkblatt DWA-M 176 entnommen werden.

## 11.7 Nachrüstung für den Rückhalt von organischen Grobstoffen und Schwimmstoffen

### 11.7.1 Rückhaltung organischer Grobstoffe

Die Nachrüstung mit einer Rechen- oder Siebanlage sollte dann erfolgen, wenn im bisherigen Betrieb am Gewässer unästhetische organische Grobstoffe auffällig sind.

Vorab ist jedoch zu prüfen, ob die Bauwerksgestaltung und die Bemessung der Überläufe den Vorgaben dieses Arbeitsblattes entsprechen.

Der Einbau von Rechen- und Siebanlagen kann die Rückstauhöhen verändern und unter Umständen in die Blockdistanz von Ultraschallsonden reichen, sodass die Messungen fehlerbehaftete Werte liefern.

### 11.7.2 Rückhaltung von Schwimmstoffen

Eine Nachrüstung mit Tauchwänden sollte nur dann erfolgen, wenn im bisherigen Betrieb ein Schwimmstoffaustrag in das Gewässer auffällig wurde.

Für Streichwehre wurden Tauchwandgestaltungen entwickelt, bei denen der Entlastungsvolumenstrom durch Strömungs- und Leitelemente geführt wird. Die Wirksamkeit im konkreten Anwendungsfall muss überprüft und die Anlage projektbezogen nach Herstellerangaben geplant werden. Für die nachträglichen Einbauten sind hydraulische Nachweise zu führen.

## 11.8 Ertüchtigung der Beckenreinigung

Eine Nachrüstung eines Regenbeckens mit einer verbesserten Beckenreinigung ist angezeigt, wenn im laufenden Betrieb nach dem Entleerungsvorgang vermehrt Ablagerungen im Sohlen- und Wandbereich festgestellt werden oder der Betrieb der vorhandenen Reinigungseinrichtung nicht ausreichend oder wirtschaftlich ist.

Bei der Wahl des geeigneten Reinigungssystems sind neben den Vorgaben für Neuanlagen zu berücksichtigen:

- Beckengeometrie,
- Erfordernis und Umfang der Umgestaltung der Beckensohle,
- eventueller Volumenverlust bei der Sohlenneugestaltung,
- störende Einbauten in der Beckenkammer,

- Notwendigkeit der Wandreinigung,
- Verfügbarkeit eines ausreichenden Spülwassersumpfs,
- Energiebedarf,
- Spülwasserbedarf.

## 11.9 Nachrüstung mit einem Geschiebeschacht

Zum Schutz der technischen Ausrüstung oder auch zur Vermeidung des Weitertransports von Geschiebematerial (Steine, Kies, Sand oder Splitt) kann der nachträgliche Einbau eines Geschiebeschachts vor einem Regenbecken sinnvoll sein. Die Notwendigkeit einer Nachrüstung belegen Rückstände von Geschiebematerial auf der Beckensohle und häufige Störungen von Pumpen und Drosselorganen sowie ein erhöhter Abrieb an Förderorganen und Leitungen ebenso wie deren Verlegung.

## 11.10 Sanierung der elektrischen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (EMSR-Technik)

Bei der Sanierung der EMSR-Technik wird in der Regel aus wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Gründen sowie in Folge des technischen Fortschritts die Gesamtanlage erneuert. Dies sollte genutzt werden, um anstelle von ursprünglichen Freiluftschaltschränken die Schaltschränke in oberirdischen Betriebsräumen zu installieren. Dadurch werden negative Witterungseinflüsse (Temperatur und Feuchtigkeit) gemindert und Betriebssicherheit und Bedienungskomfort deutlich verbessert. Die Kosten für den oberirdischen Betriebsraum werden zumindest teilweise durch die Minderaufwendungen bei den Schaltschränken kompensiert.

## 11.11 Installation einer Fernwirkanlage

Durch Fernwirkanlagen kann der Betrieb von Regenbecken aus ökologischer und ökonomischer Sicht optimiert werden. Eine Nachrüstung von Regenbecken mit Fernwirktechnik ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn alle, zumindest aber die wasserwirtschaftlich bedeutsamen Regenbecken damit ausgerüstet werden.

Eine Fernwirkanlage ist Voraussetzung für eine Verbundsteuerung mehrerer Regenbecken.

Die Entwicklung einer dynamischen Kanalnetzbewirtschaftung, auch *Real Time Control* (RTC) genannt, steht noch am Anfang. Es ist aber abzusehen, dass sie zukünftig Bedeutung gewinnen wird. Mit RTC kann je nach Auslastungsgrad des Klärwerks, Füllungsgrad und -tendenz der Regenbecken und Wetterprognose mittels einer festgelegten Steuer- oder Regelstrategie oder einer Vorhersagesimulation die Bewirtschaftung der verschiedenen Regenbecken so variiert werden, dass aus dem System Kanal – Klärwerk möglichst wenige Schadstoffe entweichen (Merkblatt DWA-M 180).

### 11.12 Anpassung an die Unfallverhütungsvorschriften oder an die Arbeitssicherheitsvorschriften

Bei der Ertüchtigung eines Regenbeckens steht der Schutz des Betriebspersonals im Vordergrund. Deshalb muss die gesamte Anlage sorgfältig nach den aktuellen Unfallverhütungsvorschriften und Arbeitssicherheitsvorschriften überprüft werden. Ausführungen zur Verbesserung der Betriebsverhältnisse werden in 11.6 behandelt.

Erfahrungsgemäß sind bei Regenbecken folgende Punkte besonders kritisch, die überprüft und sicherheitstechnisch auf den neusten Stand gebracht werden müssen:

- unzureichende oder fehlende Sicherheitsausrüstung des Personals,
- Einstiege (zu schwere Abdeckungen, fehlende Einsteighilfen, ungünstige Lage),
- korrodierte Steigeisengänge,
- unzulässige Fallhöhen (fehlende oder nicht zweckmäßige Absturzsicherungen, fehlende Zwischenpodeste),
- zu niedrige Geländer,
- fehlende Absperrvorrichtungen,
- fehlende Vorort-Notausschalter (z. B. für Reinigungseinrichtungen und Pumpen),
- unzureichende Be- und Entlüftungen,
- unzureichender Ex-Schutz (z. B. undichte Wanddurchführungen),

## 12 Hydraulische Nachweise

Die hydraulische Funktion des Regenbeckens und seiner Einzelkomponenten ist rechnerisch nachzuweisen und in einem hydraulischen Längsschnitt (Zeichnung oder Liste) darzustellen. In Abhängigkeit von ihrer Funktion gelten für die einzelnen Bauwerkskomponenten unterschiedliche Lastfälle, Nachweis- und Zielgrößen, die in der nachfolgenden Tabelle 8 zusammengestellt sind. Die maßgeblichen Zuflüsse und die einzuhaltenden Wasserspiegellagen im Zulaufbereich des Regenbeckens sind der Kanalnetzrechnung zu entnehmen oder auf ihrer Grundlage abzuschätzen. Fehlende Daten sind im Rahmen der Beckenplanung zu ermitteln.

Der zu erwartende Maximalzufluss  $Q_{0,max}$  zum Regenbecken ist entsprechend Bild 33 (siehe 8.5) abzuschätzen. Die maßgebende Geländehöhe für die Ermittlung der Drucklinie ist mit dem Kanalnetzbetreiber festzulegen. Zur Ermittlung des rechnerischen Maximalzuflusses  $Q_{0,max}$  ist ein rückstaufreier Überfall über die Entlastungsschwellen anzusetzen. Die Festlegung des Bemessungshochwassers (BHW) erfolgt auf der Grundlage der Ausführungen gemäß 8.1.

Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Entlastungskanals ist nachzuweisen; hierbei darf die Vollfüllungsleistung den ermittelten Maximalabfluss  $Q_{0,max}$  nicht unterschreiten.

Für die hydraulische Dimensionierung der Bauwerkskomponenten sind die Vorgaben der Arbeitsblätter DWA-A 111 „Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen“ und DWA-A 112 „Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserleitungen und -kanälen“ sowie bei firmenspezifischen Ausrüstungen die Herstellerangaben zu beachten. Die Zielgrößen der nachfolgenden Tabelle 8 sind anzustreben.

Tabelle 8: Bauwerkskomponenten – Lastfälle, Nachweis- und Zielgrößen

Bauwerkskomponenten	Lastfälle (Planungszustand)	Nachweisgrößen	Zielgrößen
Zulaufkanal	$Q_{T(A110)}$	Schleppspannung	$\tau \geq 1 \text{ N/m}^2$
Entlastungskanal BÜ/SÜ	$Q_{0,max}$ bei BHW	Leistungsfähigkeit	$Q_v \geq Q_{0,max}$
Entlastungskanal KÜ	$Q_{KÜ,max}$ bei BHW	Leistungsfähigkeit	$Q_v \geq Q_{KÜ,max}$
Beckenüberlauf (DB)	$Q_{krit}$	Schwellenhöhe Beckenüberlauf (BÜ)	Höhe beim Entlastungsbeginn am BÜ = Höhe KÜ + $h_{KÜ, krit}$
Beckenüberlauf, Stauraumüberlauf	$Q_{0(n=1)}$ bei BHW	spezifische Schwellenbelastung	$\leq 300 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ bei hohen Schwellen bis $\leq 700 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$
		Wasserspiegel	vollkommener Überfall, Wsp $\leq$ Wsp gemäß Kanalnetzrechnung
	$Q_{0,max}$ bei BHW	Wasserspiegel	keine Gefährdung
Kläüberlauf (gedrosselt z. B. Auslaufschlitze ohne bewegliche Teile, selbstregulierende Auslaufschlitze)	$Q_{krit} - Q_{Dr}$ bei BHW	Auslaufschlitz	rückstaufrei
		Auslauf aus einem Schlitz bei Einstau BÜ-Schwelle	Wsp $\leq$ OK Schwelle BÜ
		spezifische Belastung	$\leq 75 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$
Kläüberlauf (ungedrosselt über Schwelle)	$Q_{krit} - Q_{Dr}$ bei BHW	Wasserspiegel	vollkommener Überfall, Wsp $\leq$ OK Schwelle BÜ
		spezifische Schwellenbelastung	$\leq 75 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$
Notüberlauf RRA	$Q_{0,max}$ bei BHW	Wasserspiegel	Wsp < Wsp des höchsten zulässigen Stauziels (Kanalnetzrechnung)
Auslaufbauwerk Gewässer	$Q_{KÜ}$ $Q_{BÜ}$	Fließgeschwindigkeit $v_E$ im Auslaufbauwerk bei schiffbaren Gewässern	gemäß Vorgabe der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
	$Q_{0(n=x)}$	Fließgeschwindigkeitsvektor rechtwinklig zur Fließrichtung des Gewässers bei schiffbaren Gewässern	gemäß Vorgabe der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
	$Q_{0(n=1)} - Q_{Dr}$	Wasserspiegellage	keine schädlichen Überflutungen
Trockenwetterrinne bei Regenbecken im Hauptschluss	$Q_{T(A110)}$	Schleppspannung	$\tau \geq 1 \text{ N/m}^2$
	$Q_{Dr}$	Teilfüllungshöhe	$h_t \leq h$ (keine Überstauung)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 03:50

Tabelle 8 (fortgesetzt)

Bauwerkskomponenten	Lastfälle (Planungszustand)	Nachweisgrößen	Zielgrößen
Drosselorgan	$Q_{Dr}$	zulässige Abweichung des tatsächlichen von dem bei der Bemessung angenommenen Drosselabfluss entsprechend Arbeitsblatt DWA-A 111 (Funktionsprüfung)	$ (Q_{Dr,ist} - Q_{Dr})  / Q_{Dr} \leq 0,2$
		Minstdurchfluss Mischsystem	Steuerorgane und Regelorgane: $Q_{Dr,B,min}$ nach DWA-A 111 Pumpen: $Q_p = Q_{Dr,B,min} = 10 \text{ l/s}$
		Minstdurchfluss Trennsystem	Steuerorgane: $Q_{Dr,B,min} = 5 \text{ l/s}$
	$1,2 Q_{T,h,max}$	Rückstau im Mischsystem	Rückstaufreiheit aus dem Drosselorgan ins Regenbecken
		Mindestnennweite (Mischsystem)	DN 200
Ablaufkanal	$Q_{T(A110)}$	Schleppspannung	$\tau \geq 1 \text{ N/m}^2$
	$1,5 Q_{Dr}$	Leistungsfähigkeit	$1,5 Q_{Dr} \leq Q_v$
	$Q_{Dr}$	Wasserspiegellinie	rückstaufreier Betrieb des Drosselorgans
		Mindestnennweite	DN 300; Ausnahmen nach Arbeitsblatt DWA-A 118 möglich
Notentleerung		Mindestnennweite	DN 200
Tauchwand vor ungedrosselten senkrecht angeströmten Überläufen	$Q_{K\ddot{U}(n=1)}$ $Q_{B\ddot{U}(n=1)}$	Tauchwandverlust	horizontaler Mindestabstand = 0,3 m horizontaler Abstand $\geq 2 h_{\ddot{u}}$ $h_{\ddot{u}} < \text{Eintauchtiefe } t_{TW} < 2 h_{\ddot{u}}$ Mindestabstand von Sohle bis UK Tauchwand $\geq 2 h_{\ddot{u}}$
Rechen	$Q_{0,max}$	Rechenverlust	unschädliche Überströmung
Entleerungspumpe und Druckrohrleitung	$Q_p$	freier Kugeldurchgang	$d \geq 80 \text{ mm}$
		Mindestnennweite	DN 100
		Fließgeschwindigkeit	$1,0 < v < 2,4 \text{ m/s}$
Trennbauwerk	$Q_{Dr}$	Wasserspiegel	Wsp $\leq$ OK Schwelle TB
	$Q_{0(n=x)}$ bei BHW	Wasserspiegel	Wsp $\leq$ Wsp gemäß Kanalnetz-berechnung
	$Q_{0,max}$	Wasserspiegel	keine Gefährdung
Sedimentationskammer Rechteckbecken (DB/Mischsystem und Trennsystem)		$l_{DB} : b_{DB} : h_{DB}$ (je Kammer))	$6 < l_{DB} : h_{DB} < 15$
			$3 < l_{DB} : b_{DB} < 4,5$
			$2 < b_{DB} : h_{DB} < 4$
	$Q_{krit}$ bei HS $Q_{krit} - Q_{Dr}$ bei NS	horizontale Fließgeschwindigkeit	$v_h \leq 0,05 \text{ m/s}$
	Oberflächenbeschickung	$q_A \leq 10 \text{ m/h}$	

Tabelle 8 (Ende)

Bauwerkskomponenten	Lastfälle (Planungszustand)	Nachweisgrößen	Zielgrößen
Sedimentationskammer tangential angeströmtes Rundbecken (DB/Mischsystem)	$Q_{\text{krit}}$ bei HS $Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}} + Q_{\text{p}}$ bei NS	spezifische Zulaufleistung	$P_{\text{spez}} \leq 0,08 \text{ W/m}^3$
		Oberflächenbeschickung	$q_{\text{A}} \leq 10 \text{ m/h}$
Sedimentationskammer radial durchströmtes Rundbecken (DB/Trennsystem)	$Q_{\text{krit}}$ bei HS $Q_{\text{krit}} - Q_{\text{Dr}}$ bei NS	Oberflächenbeschickung	$q_{\text{A}} \leq 10 \text{ m/h}$
Stauraumkanal (Mischsystem)	$Q_{\text{T, h,max}}$	Teilfüllungsgeschwindigkeit	mindestens: $v_{\text{t}} = 0,5 \text{ m/s}$ anzustreben: $v_{\text{t}} \geq 0,80 \text{ m/s}$
		Schleppspannung	mindestens: $\tau = 1,3 \text{ N/m}^2$ anzustreben: $\tau \geq 2 \text{ N/m}^2$
	$Q_{0(n=x)}$ bei BHW	Wasserspiegel	Wsp $\leq$ Wsp gemäß Kanalnetzberechnung
	$Q_{0,max}$ bei $HW_1$	Wasserspiegel	keine schädliche Überflutung
Stauraumkanal mit zwischen- oder unten liegender Entlastung (Mischsystem)	$Q_{\text{krit}}$	horizontale Fließgeschwindigkeit am Beginn des Entlastungsbauwerks	$v_{\text{h}} \leq 0,30 \text{ m/s}$
Spülwassersumpf	$V_{\text{Spül}}$	Volumen (Reihenspülung)	$V \geq 1,2 V_{\text{Spül}}$
Spülwassersumpf	$V_{\text{Spül}}$	Volumen (Parallelspülung)	$V \geq 1,5 V_{\text{Spül}}$
Sedimentationskammer Regenkklärbecken mit Dauerstau RKBmD		Mindestwassertiefe	$h = 2 \text{ m}$
Leichtstoffrückhalt bei Regenkklärbecken mit Dauerstau		Volumennachweis über Phasentrennfläche von Wasser und Schwimmstoffen	$V_{\text{ls}} \geq 5 \text{ m}^3$
		Eintauchtiefe der Tauchwand unterhalb der Phasentrennfläche von Wasser und Leichtstoff	$t_{\text{TW}} \geq 0,1 \text{ m}$

## 13 Betriebliche Gesichtspunkte bei der Planung

### 13.1 Risiko- und Notfallbetrachtung

Bereits während der Planungsarbeiten sollte eine Risiko- und Notfallbetrachtung durchgeführt werden. Sie umfasst sowohl die Abschätzung des Gefährdungspotenzials im Einzugsgebiet der jeweiligen Regenwasserbehandlungs- und -entlastungsanlage als auch die notfall- und sicherheitstechnische Überprüfung der Anlage selbst.

Ein erhöhtes Gefährdungspotenzial besteht im Einzugsgebiet, wenn dort eine intensive gewerbliche oder industrielle Nutzung gegeben ist, ein hohes Verkehrsaufkommen vorliegt oder unfallträchtige Straßen vorhanden sind. Bei solchen Voraussetzungen sind geeignete Vorkehrungen für die Rückhaltung von Schwimm- und Schadstoffen am Regenüberlaufbecken zu treffen, insbesondere, wenn die Entlastung oberhalb oder innerhalb eines Wasserschutzgebiets erfolgt. Die Regenbecken sollten dann als Notfallbecken betrieben werden können, in denen die zufließenden Schadstoffe bis zu einer ordnungsgemäßen Entsorgung zwischengespeichert werden. Dies setzt neben der Anordnung im Nebenschluss die zusätzliche Installation von Beckenumlaufleitungen und Absperrorganen (z. B. Schieber, Dammbalken) oder die Vorhaltung von mobilen Kanalabsperren voraus. Des Weiteren sollten Notfallbecken bevorzugt in offener Bauweise, zumindest aber mit optimaler Belüftung geplant werden.

Grundsätzlich sollte bei der Planung von Regenbecken überprüft werden, ob mit vertretbarem Aufwand Löschwasser zwischengespeichert werden kann.

Bei der Notfallbetrachtung ist anhand des Fließschemas der Anlage zu überprüfen, welche Folgen durch den Ausfall eines oder mehrerer Aggregate, durch Verlegungen von Leitungen, durch Stromausfall oder sonstige Ereignisse und durch mögliche Bedienungsfehler entstehen können.

Folgende Vorkehrungen sollten daher bei der Planung und in der Betriebsanweisung in Abhängigkeit von der wasserwirtschaftlichen Bedeutung des Regenbeckens und dem Gefährdungspotenzial im Einzugsgebiet berücksichtigt werden:

- Notentleerungs- und Umgehungsleitungen oder Notumläufe,
- gegenseitige Verriegelung von Absperrorganen,
- redundante Messungen und Aggregate an betriebsrelevanten Stellen,
- Notstromversorgung für Messung und Protokollierung sowie für wichtige Antriebe,
- Auswirkungen bei Entlastungen von Notüberläufen,
- Fernüberwachung von wasserwirtschaftlich bedeutenden Regenbecken und Notfallbecken sowie bei bewirtschafteten Regenbecken,
- Zurückschalten auf lokale Steuerung bei Ausfall der Fernwirkeinrichtung,
- Bedienung von Schiebern und Antrieben im Notfall, bei Stromausfall sowie in Ex-Schutz-Atmosphären.

### 13.2 Betriebsanweisung

Für jedes Regenbecken ist zum Zeitpunkt der Übergabe des Bauwerks eine Betriebsanweisung gemäß Arbeitsblatt DWA-A 199-2 bereitzustellen. Diese ist durch den Planer im Einvernehmen mit dem Betrieb unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Auflagen und der landesrechtlichen Anforderungen zu erstellen.

Bewährt haben sich Betriebsanweisungen, die aus den Unterteilen: Anlagen- und Funktionsbeschreibung, Betrieb des Regenbeckens, Instandhaltung, Abfallbehandlung und Reststoffentsorgung, Betriebsüberwachung und Betriebsverwaltung bestehen. Eine Muster-Betriebsanweisung ist dem Arbeitsblatt DWA-A 199-2 zu entnehmen.

Die Betriebsanweisung muss bei Inbetriebnahme der Anlage vorliegen. Die während des Probetriebs nach 13.3.3 vorgenommenen Änderungen an Geräteeinstellungen oder die Optimierung von Steuerparametern durch Umprogrammieren der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) sind zu protokollieren und in der Betriebsanweisung nachzutragen.

Die Betriebsanweisung ist so zu gestalten, dass eine spätere Fortschreibung mit geringem Aufwand möglich ist. Zur Fortschreibung gehört auch die Aktualisierung bei grundlegenden Veränderungen von Einstellungen in der Steuerung und an den Messgeräten sowie in der Messwertübertragung und nach einem Austausch von Geräten.

Der Betriebsanweisung sind auch wasserrechtliche Zulassungen, Übersichtspläne, Grundrisse, Schnitte, Pläne von Überschwemmungsgebieten und der Explosionsschutzplan beizugeben. Die Betriebsanweisung sollte vor Ort in der Schaltwarte oder im Freiluftschaltschrank griffbereit aufbewahrt werden. Auch ist zu empfehlen, ein Protokollbuch für handschriftliche Einträge beizugeben.

## 13.3 Funktionsprüfung und Probetrieb

### 13.3.1 Allgemeine Hinweise

Die Erarbeitung eines Ablauf- und Ausführungsplans für die Funktionsprüfung und den Probetrieb liegt in der Verantwortung des Bauwerksplaners, der sich hierzu in der Regel der Unterstützung durch den Betreiber, den Ausrüster oder weiterer Fachplaner bedient. Die Pläne für Funktionsprüfung und Probetrieb sind mit hinreichendem Vorlauf vor der Durchführung der Arbeiten fertigzustellen und eng mit dem Betreiber abzustimmen. Es empfiehlt sich, das Betriebspersonal frühzeitig einzu beziehen.

Die Funktionsprüfung und der anschließende Probetrieb sind bereits bei der Planung des Bauwerks und seiner Ausrüstung zu berücksichtigen. Diese Arbeiten des Planers sind als besondere Leistung zu vergüten.

Die Leistungen des Ausrüsters im Rahmen der Funktionsprüfung sind als eigene Positionen im Leistungsverzeichnis auszuschreiben.

### 13.3.2 Funktionsprüfung

Vor der Inbetriebnahme sollte die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der gesamten maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstung überprüft werden. Dabei sollten in einem ersten Schritt zunächst einzelne Elemente und Schaltkreise separat geprüft werden.

Es ist zu unterscheiden zwischen der „trockenen“ Überprüfung, bei der Systemzustände simuliert werden, und der hydraulischen oder „nassen“ Überprüfung, bei der bereits Abwasser durch das Bauwerk strömt und Systemzustände real vorliegen.

Bei der **trockenen Funktionsprüfung** werden einzeln und nacheinander alle maschinen- und elektrotechnischen Aggregate wie Pumpen, Armaturen, Klappen, Spülgefäße, Strömungserzeuger entweder von Hand oder motorisch betätigt. Dabei wird auf die Leichtgängigkeit und Geräuscharmheit, den richtigen Drehsinn von Motoren für Schieber-, Pumpen- und Rührwerksantriebe, das genaue Erreichen von Endlagen und die richtige Rückmeldung von Messsignalen geachtet. Bei wichtigen Aggregaten sind künstlich Störmeldungen durch Überlastung auszulösen (z. B. Drehmomentüberschreitung bei Schiebern durch Einlegen einer Holzstange). Bedrohliche Betriebszustände (z. B. Überflutung durch Hochwasser) sind zu simulieren und es ist zu prüfen, ob die Alarmer richtig abgesetzt werden. Die Prüfungsergebnisse und eventuell notwendige Nachbesserungen sind zu protokollieren.

Wegen der fehlenden Rückkopplung ist eine „trockene“ Prüfung von Regelkreisen nicht möglich. Auch die Funktion von Abflusssteuerungen, dynamische Effekte bei der Messung und Steuerung sowie das Zusammenwirken der einzelnen Ausrüstungselemente unter zeitlich veränderlicher Belastung lassen sich nur im realen Betrieb beobachten.

Nach erfolgreicher „Trockenprüfung“ aller Komponenten empfiehlt es sich daher, eine erste hydraulische Funktionsprüfung durchzuführen. Dazu wird das Regenbecken durch eine vorübergehende Reduzierung oder vollständige Unterbrechung des Drosselabflusses bei Trockenwetter gezielt eingestaut. Der maximale Einstau ist so zu begrenzen, dass eine Entlastung ausgeschlossen ist. Nach Erreichen des angestrebten Wasserstands wird die Drossel freigegeben und das Drosselorgan arbeitet im Automatikbetrieb. Alternativ kann die hydraulische Überprüfung auch während realer Regenereignisse durchgeführt werden. Wegen der Unvorhersehbarkeit des Niederschlagsgeschehens erfordert dies allerdings eine deutlich höhere Flexibilität des beteiligten Personals und führt in der Regel zu Mehrkosten durch den Bereitschaftsdienst.

Im Vordergrund der hydraulischen Prüfung steht in der Regel die Funktion des Drosselorgans. Hierbei sollte jedoch auch die Funktion der weiteren Ausrüstungselemente einbezogen werden. Zur Kontrolle des Drosselabflusses ist meistens eine Vergleichsmessung im weiterführenden Kanal erforderlich.

Nach erfolgreicher Funktionsprüfung erfolgt die Abnahme; damit beginnt die Gewährleistungsfrist.

### 13.3.3 Probetrieb

Der Probetrieb beginnt nach der erfolgreichen Funktionsprüfung und der formellen Abnahme des Bauwerks.

Der Betreiber des Regenbeckens hat den Probetrieb zu organisieren. Er sollte Maßnahmen treffen, die sicherstellen, dass die Beschickung des Beckens im Zeitraum der hydraulischen Überprüfung möglich ist. Die Bedingungen des Probetriebs sollten dem realen Betrieb weitgehend entsprechen. Ist der Probetrieb unmittelbar nach Fertigstellung des Beckens nicht möglich, muss er zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

Das Bedienpersonal sollte per Augenschein den Ablauf der ersten Beckenfüllungen beobachten und Auffälligkeiten im Protokollbuch notieren und melden.

Anhand der registrierten Messdaten ist nach einigen Beckenfüllungen und Entlastungsereignissen kritisch zu prüfen, ob die vorgegebenen Sollwerte der Drosseleinrichtung, die Einstauhöhen sowie die Ein- und Ausschaltpunkte der Pumpen hinreichend eingehalten wurden. Auch ist auf Instabilitäten zu achten (wie oft z. B. Schieber bewegt oder Pumpen ein- und ausgeschaltet wurden). Gegebenenfalls sind die Steuer- und Regelparameter zu optimieren. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, für die Dauer des Probetriebs zusätzliche Messtechnik zu installieren.

Während des Probetriebs sollten die Reinigungseinrichtungen wie Schwallspüleinrichtungen oder Strömungserzeuger auf ihre Wirksamkeit geprüft werden. Ist der Reinigungserfolg nicht zufriedenstellend, ist die Anzahl der Spülungen oder die Betriebsweise der Strömungserzeuger umzuprogrammieren.

Bei Regenbecken mit sehr großem spezifischem Speichervolumen und/oder mit großen Drosselabflüssen ist eine hydraulische Funktionsprüfung mit künstlichem Einstau meist nicht möglich. Natürliche Einstauereignisse mit ausreichendem Wasserstand sind sehr selten, sodass deren Erfassung einen unverhältnismäßig langen Probetrieb erfordern würde. Hier ist im Einzelfall zwischen Wirtschaftlichkeit und wasserwirtschaftlicher Notwendigkeit abzuwägen. Gleiches gilt für Regenbecken mit noch weitgehend unerschlossenem Einzugsgebiet.

Der Probetrieb sollte 3 bis 6 Monate dauern. Bei mindestens drei Einstauereignissen (Füllgrad > 50 %) in Folge muss ein bestimmungsgemäßer Betrieb nachgewiesen werden. Treten schwerwiegende Mängel im Betrieb auf, so verlängert sich der Probetrieb, bis diese Anforderung erfüllt ist.

Der Probetrieb dient auch dazu, das Betriebspersonal mit der Anlage vertraut zu machen. Alle Eingriffe und Änderungen des Beckenbetriebs sollten daher mit dem Betriebspersonal abgesprochen werden. Die Einweisung des Betriebspersonals sollte mit der Abnahme oder bei der Inbetriebnahme vor Beginn des Probetriebs erfolgen. Am Ende der Probetriebsphase ist in der Regel vom Planer die Betriebsanweisung auf den neuesten Stand zu bringen.

### 13.4 Wartung der maschinellen und elektrotechnischen Ausrüstung

Zum Beckenbetrieb gehört die Wartung der Anlage. Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 199-2 dient die Wartung zur Sicherstellung der Betriebsfähigkeit und -sicherheit.

Für die Funktion der maschinellen und elektrotechnischen Geräte übernimmt der Hersteller/Lieferant bzw. Ausrüster die Gewährleistung gemäß den einschlägigen Vorgaben. Schließt der Betreiber mit dem Hersteller oder Ausrüster einen Wartungsvertrag ab, so verlängert sich die Gewährleistungsfrist. Angesichts der immer komplexer werdenden technischen Ausrüstung sollte der Betreiber prüfen, ob er die verlängerte Gewährleistungsfrist in Anspruch nehmen will.

### 13.5 Sicherheitsvorschriften

Bei Planung, Bau und Betrieb von Regenbecken sind neben den wasserrechtlichen Grundlagen und Zulassungen und den Regelwerken zur Bemessung der Anlagen weitere Vorschriften zu beachten. Hierzu gehören die Bauordnungen der Länder, die DIN-Normen, die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften, Regeln, Informationen und Grundsätze der gewerblichen Berufsgenossenschaften und der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand, aber auch die Richtlinien des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE).

Zusätzlich ist die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (BaustellV) zu beachten. Unter bestimmten Voraussetzungen wird hier die Aufstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans sowie die Bestellung eines Koordinators gefordert. Ferner wird für den späteren Betrieb der Anlage die Zusammenstellung der sogenannten „Unterlagen“ als Anlage zur Betriebsanweisung verlangt, welche alle erforderlichen Angaben zur Arbeitssicherheit bei Wartungs- und Installationsarbeiten enthält.

## 14 Kostendämpfende Maßnahmen bei der Konstruktion von Regenbecken

### 14.1 Allgemeines

Kostenbewusste Gestaltung bedeutet:

- das Grundstück, seine Beschaffenheit und Besonderheiten optimal zu nutzen,
- die Baukörper hinsichtlich ihrer Bauweise und Kubatur unter Beachtung der wasserwirtschaftlichen und betrieblichen Erfordernisse zu optimieren,
- die Ausrüstung und Ausstattung unter dem Gesichtspunkt eines sicheren Betriebs ohne überzogene Komfortansprüche zu wählen.

Hierzu bedarf es im Regelfall der Untersuchung gleichwertiger Planungsvarianten, die hinsichtlich der zu erwartenden Bau- und Betriebskosten vergleichend zu bewerten sind. Vorhandene Anlagenteile mit erhaltenswerter Substanz sind hierbei einzubeziehen. Die Durchführung vergleichender Kostenberechnungen erfolgt nach den „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (DWA 2012). Bei allen Kostenbetrachtungen sollten Investitions-, Energie- und Personalkosten vergleichend betrachtet werden.

### 14.2 Einsparmöglichkeiten bei Anordnung auf dem Grundstück

Eine gewässernahe Lage des Bauwerks auf dem Baugrundstück ermöglicht kurze Entlastungsleitungen. Die Kosten für Erschließungs- und Unterhaltungswege können durch möglichst dichtes Heranrücken an die öffentlichen Verkehrsanlagen minimiert werden. In hängigem Gelände kann durch geschickte Platzierung der erforderliche Bodenaushub reduziert werden.

Wegen der häufig erforderlichen aufwendigen Gestaltung der Auslaufbauwerke (Toskolk, Sohlen- und Böschungsbefestigung, naturnahe Gestaltung, Verkehrssicherungsmaßnahmen) sollten die Entlastungsleitungen des Klär- und Beckenüberlaufs möglichst zu einem gemeinsamen Auslaufbauwerk geführt werden.

In Abhängigkeit von der prognostizierten baulichen Entwicklung im Einzugsgebiet kann der Bau eines Regenbeckens in Ausbaustufen vorgesehen werden, wenn hierdurch ein günstigerer Kostendeckungsgrad erreicht und die bauliche Entwicklung im Einzugsgebiet nicht behindert werden.

### 14.3 Einsparmöglichkeiten bei Bauweise und Kubatur

Beträgt die Entfernung des Regenüberlaufbeckens zur nächstgelegenen Wohnbebauung mehr als 200 m bis 300 m, so kann im Regelfall auf eine geschlossene Ausführung von Regenüberlaufbecken verzichtet werden. Regenbecken in Trennsystemen können grundsätzlich in offener Bauweise konzipiert werden. Bei Regenbecken mit Dauerstau ist die offene Bauweise anzustreben.

Bei der Variantenbetrachtung ist zu untersuchen, welcher Beckentyp der kostengünstigste ist. Aufgrund der statischen Bedingungen benötigen Rundbecken weniger Bewehrung als rechteckige Baukörper. Außerdem haben Rundbecken gegenüber anderen Beckenformen bei gleichem Volumen die geringsten Umfassungsflächen (Sohle, Wände und Decke). Mittig angeordnete Stützen können als Hohlstützen neben den statischen Belangen zugleich zur Aufnahmen von Entleerungspumpen oder zur Speicherung von Spülwasser dienen.

Da die Erdbauweise erheblich preiswerter als die Betonbauweise ist, sollten Regenrückhaltebecken, Retentionsbodenfilterbecken und Regenklärbecken mit Dauerstau vorzugsweise in Erdbauweise mit Sohlen- und Böschungsabdichtungen geplant werden. Regenüberlaufbecken sind dagegen grundsätzlich in Massivbauweise zu konzipieren.

Der Wasserspiegel des Regenbeckens sollte so hoch wie möglich und die Beckensohle so tief wie möglich angeordnet werden, um flache und unwirtschaftliche Bauwerke zu vermeiden.

Aus Reinigungs- und Kostengründen sollte auf die Anordnung von Fußvouten an Längs- und Querwänden verzichtet werden.

Eine Ausführung der Beckensohle in Vakuumbeton oder ein Bearbeiten ebener Flächen mit Flügelglättern schafft ausreichend glatte Oberflächen. Eine Beschichtung oder Ausfließung der Betonsohle ist nicht erforderlich.

Durch geeignete Materialwahl sind häufig Kostenvorteile erreichbar. Vorgefertigte Betonteile sind häufig kostengünstiger als Ortbetonbauweise. Tauchwände und -schürzen, Überfallkanten, u. a. sind oft sinnvoll in Edelstahl ausführbar.

Die Vorgabe, Regenbecken um jeden Preis im freien Gefälle zu entleeren, kann zu unwirtschaftlichen, flachen Regenbecken führen. Der Einsatz von Pumpen zur Beckenentleerung schafft häufig den größeren Freiheitsgrad zur wirtschaftlichen Gestaltung. Vergleichende Betrachtungen der Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten sind hierbei unerlässlich.

Investitionen bei der Ausrüstung (z. B. Schieber, selbst-regulierende Entlastungsorgane) ermöglichen bei bestimmten Rahmenbedingungen die Gewinnung von zusätzlichem Volumen und können damit zu Einsparungen bei den Baukosten führen. Dem können jedoch erhöhte Abschreibungen, Betriebs- und Wartungskosten gegenüberstehen.

Durch kompakte Bauweise lassen sich der Verbrauch von Stahl und Beton, die Erdarbeiten, der Verbau und gegebenenfalls die Wasserhaltung minimieren. Hierzu sollten Trennbauwerk, Beckenüberlauf und Drosselbauwerk nach Möglichkeit mit der Speicherkammer zu einem Baukörper vereinigt werden. Aus statischen Gründen sollte dabei eine gemeinsame Gründungsebene angestrebt werden.

Vermeidbare Ecken, Vorbauten, Ausbuchtungen und Kragarme bedingen einen unnötig hohen Stahlverbrauch und Schalungsaufwand. Durch Einsatz von Systemschalungen lässt sich der Schalungsaufwand minimieren und die Bauzeit verkürzen.

Die Unterteilung des Nutzvolumens in mehrere Beckenkammern nur zur Erleichterung der Beckenreinigung führt zu Investitionskosten für die zusätzlich erforderlich werdenden Trennwände und Einstiege. Eine Gegenüberstellung dieser Kosten mit den einsparbaren Betriebskosten lässt unter Umständen den wirtschaftlichen Nutzen solcher Trennwände zweifelhaft erscheinen.

Auch der Bau von Verbundbecken anstelle von Durchlaufbecken erfordert aufgrund der zusätzlich erforderlich werdenden Trennwand höhere Investitionskosten bei geringerer Absetzwirkung im Durchlaufteil.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind die Kosten für die geplante Beckenausrüstung einschließlich der hierzu erforderlichen Montageöffnungen gegebenenfalls mit Abdeckung miteinander zu vergleichen.

## 14.4 Einsparmöglichkeiten bei Ausrüstungen und Ausstattungen

Da Regenbecken nicht ständig besetzte Betriebspunkte sind, lassen sich Aufenthalts- und Sanitärräume für die Mitarbeiter des Kanalbetriebs nur in den wenigsten Fällen rechtfertigen. Die Kosten hierfür stehen – bei im Regelfall weniger als 20 bis 30 Inspektionen pro Jahr – in keinem Verhältnis zum Nutzen. Sinnvoll ist hingegen der Bau von Betriebshütten für die Schaltanlage sowie die Bereitstellung der Betriebsfahrzeuge des Kanalbetriebs mit Frischwassertanks und Wasserzapfstellen.

Auf die Anordnung von Kranbahnen mit Laufkatzen zur Durchführung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten an Ausrüstungsgegenständen (z. B. Pumpen) sollte in der Regel wegen der nicht unerheblichen Bau-, Betriebs- und Fremdüberwachungskosten verzichtet werden. In die Bauwerksdecke eingelassene Montagehaken oder umsetzbare Mastgalgen erfüllen in den meisten Fällen den gewünschten Zweck.

Treppen in Betonbauweise sind baukostenaufwendig und schwierig zu reinigen. Stattdessen sollten bei größeren Regenbecken Schwimm- oder Seilzugtreppen vorgesehen werden. Bei kleineren Regenbecken wie auch für Fluchtwege reichen im Regelfall ortsfeste Leitern aus. „Besichtigungspodeste und -brücken“ sind verzichtbar. Bei Verzicht auf die Aufteilung des Beckenvolumens in mehrere Kammern lässt sich die Anzahl der Ein- und Ausstiege verringern. Ist die Trennwand aus hydraulischen oder statischen Gründen erforderlich, so kann eine offene Durchgangsöffnung angeordnet werden.

Regenbecken sollten vorzugsweise so gestaltet werden, dass sie natürlich belichtet und belüftet werden. Dies kann durch Gitterrostöffnungen, Abluftkamine oder aufklappbare Belichtungsöffnungen erreicht werden.

Bei der Wahl der Reinigungseinrichtung ist neben den Herstellungskosten der oft nicht unerhebliche Energieverbrauch zu beachten.

Werden Regenbecken durch Pumpen entleert, sollten vorzugsweise nass aufgestellte Tauchmotorpumpen gewählt werden, weil hierfür kein zusätzlicher, umbauter Raum erforderlich wird.

Überwachungs- und Fernwirkssysteme tragen zur Reduzierung der Personalkosten bei.

## Recht

EG-Richtlinie 1999/92/EG, Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. ABl. L 23 vom 28.01.2000, S. 57–64. (Arbeitnehmer-Explosionsschutzrichtlinie)

EG-Richtlinie 2006/42/EG, Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen. ABl. L 157 vom 9.06.2006, S. 24–86. (Maschinenrichtlinie)

VOL, Verdingungsordnung für Leistungen, Teile A und B. Bundesministerium der Justiz (Hrsg.), Berlin

## Technische Regeln

### DIN-Normen

DIN 1960, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen

DIN 1961, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen

DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

DIN 4049-1, Hydrologie – Teil 1: Grundbegriffe

DIN 4049-2, Hydrologie – Teil 2: Begriffe der Gewässerbeschaffenheit

DIN 4049-3, Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie

DIN 4084, Baugrund – Geländebruchberechnungen

DIN 4084 Beiblatt 1, Baugrund – Geländebruchberechnungen – Beiblatt 1: Berechnungsbeispiele

DIN 18014, Fundamentierender – Allgemeine Planungsgrundlagen

DIN 19559-1, Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Teil 1: Allgemeine Angaben

DIN 19559-2, Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Teil 2: Venturi- Kanäle

DIN 19569-4, Kläranlagen – Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen – Teil 4: Besondere Baugrundsätze für gehäuselose Absperrorgane

DIN 19657, Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen; Richtlinien

DIN 19702, Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

DIN 19700-12, Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken

DIN EN 1085, Abwasserbehandlung – Wörterbuch

DIN EN 1088, Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl

DIN EN 1127-1, Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik

DIN EN 12255-3, Kläranlagen – Teil 3: Abwasservorreinigung

DIN EN 13463-1, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlagen und Anforderungen

DIN EN 13463-5, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 5: Schutz durch konstruktive Sicherheit „c“

DIN EN 60079-10-1/VDE 0165-101, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche

DIN EN 60079-14, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

DIN EN 60204 DIN/VDE 0113, Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen; alle Teile

DIN EN 62305-1/VDE 0185-305-1, Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze

DIN EN 62305-2/VDE 0185-305-2, Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management

DIN EN 62305-3/VDE 0185-305-3, Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen

DIN EN 62305-4/VDE 0185-305-4, Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

DIN/VDE 0100 ff., Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V, Errichten von Niederspannungsanlagen

## DWA-Regelwerk

DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Arbeitsblatt

ATV-DVWK-A 142, Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten. Arbeitsblatt

DWA-A 400, Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerkes. Arbeitsblatt

DWA-M 178, Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Merkblatt

DWA-M 182, Fremdwasser in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Merkblatt

DWA-M 253, Leit- und Automatisierungstechnik auf Abwasseranlagen. Merkblatt

DWA-M 507-1, Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb. Merkblatt

## Sonstige technische Regeln

VDEW, Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB 2001, Teil B). VDN Verband der Netzbetreiber e. V.

VDMA 24657, Technische Ausrüstung für Anlagen der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Hinweise für Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung

## Sicherheitsvorschriften

Unfallverhütungsvorschriften sind verbindliche Vorschriften der Berufsgenossenschaften oder der Unfallkassen bezüglich Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGV ...oder GUV-V ....

BGV A 1/GUV-V A1, UVV Grundsätze der Prävention

BGV A3/GUV-V A3, UVV Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

BGV C5/GUV-V C5, UVV Abwassertechnische Anlagen

Regeln für Sicherheit und Gesundheit sind eine Zusammenfassung von tätigkeits- oder betriebsartbezogenen Bestimmungen aus dem staatlichen oder berufsgenossenschaftlichen Regelwerk. Sie erleichtern dem verantwortlichen Planer und Betreiber die Einhaltung der einschlägigen Vorgaben für Sicherheit und Gesundheitsschutz für diesen speziellen Bereich. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGR ... oder GUV-R ...

BGR/GUV-R 126, Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen

BGR/GUV-R 133, Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern

BGR/GUV-R 177, Steiggänge für Behälter und umschlossene Räume

BGR/GUV-R 181, Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr

BGR/GUV-R 198, Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz

BGR/GUV-R 199, Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Schutzausrüstungen

Informationen enthalten Hinweise und Empfehlungen, welche die praktische Anwendung in einem bestimmten Sachgebiet oder zu einem bestimmten Sachverhalt erleichtern sollen. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGI ... oder GUV-I ...

BGI/GUV-I 694, Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten

BGI/GUV-I 8521, Arbeitsmedizinische Vorsorge und Beratung im Abwasserbereich

BGI 5033/GUV-I 8594, Beispielsammlung Explosionsschutzmaßnahmen bei der Arbeit im Bereich von abwassertechnischen Anlagen

## Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2006): Messdaten von Regenüberlaufbecken. Leitfaden für ihre Prüfung und Wertung. Merkblatt MR. 4.3/14, Augsburg

BROMBACH, H.; WEIß, G. (1997): Wirbelabscheideranlagen, Hinweise zu Entwurf und Bemessung, Handbuch Wasser 4, Band 5. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe

BRUNNER, P. G.; HENRICH, F. W.; ROTH, H.; GÜNTHER, R.; BROMBACH, H. (1997): Wirtschaftliche Aspekte bei Gestaltung, Konstruktion und Ausrüstung von Regenbecken, Handbuch Wasser 4, Band 6. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe

DETTMAR, J. (2005): Beitrag zur Verbesserung der Reinigung von Abwasserkanälen. Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 8, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Aachen

DALLWIG, H.-J.; HASSINGER, R.; WELP, B. (2001): Merkblatt Durchflussmesseinrichtungen und Drosselorgane in Abwasseranlagen. Gestaltungsgrundsätze, Planungshinweise, bauliche Vorkehrungen im Hinblick auf die Eigenkontrollverordnung in Hessen, D 2.00, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden

DWA (2005): Erstellen von Explosionsschutzdokumenten für abwassertechnische Anlagen. DWA-Arbeitsbericht der Arbeitsgruppe KA-11.4 „Sicherheitstechnik“. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

DWA (2011): Beispielsammlung zum Arbeitsblatt DWA-A 111 „Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen“. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

DWA (2012): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen. DWA-Fachbuch. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

DWA-Themen (2013): Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken. DWA-Themenband. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef

MUTH, W. (1992): Regenüberlaufbecken. Strömungsuntersuchungen an Durchlaufbecken. In: KA – Korrespondenz Abwasser, 6/1992, S. 910–915

OSTROWSKI, M.; KOCH, J.; RUß, H.-J. (2003): Technische Informationen zur Drosselkalibrierung, Teil 1: Hydraulische Kalibrierung von Drosseleinrichtungen. Fachberichte Landesumweltamt (LUA) Nordrhein-Westfalen, Nr. 6, Essen

THOMPSON, B.; SAUL, A. (2002): CSO Screen Efficiency (Proprietary Designs) 1997 – 2001. UK Water Industry Research WIR. ISBN I 84057 262 0

WEIß, G.; SCHWINGER, H. (2001): Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken – Praxisratgeber für Planung, Bau und Betrieb. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.), München

WILLEMS, G. (1999): Wasser ist nicht dumm, Graphische Erläuterung der hydraulischen Nachweise gemäß Arbeitsblatt ATV-A 166. Abwasser Report, 2/1999, Abwasserberatung NRW, Düsseldorf

### Bezugsquellen

DWA-Publikationen:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,  
Abwasser und Abfall e. V., Hennef  
<www.dwa.de>

DIN-Normen:  
Beuth Verlag GmbH, Berlin  
<www.beuth.de>

## Merkblatt DWA-M 176

# Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung



November 2013, 105 Seiten, DIN A4, ISBN 978-3-942964-99-9 85,00 €/68,00 €\*)

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wurden bis 2010 in Deutschland mehr als 45.000 Regenwasserbehandlungsanlagen und Regenrückhalteanlagen mit einem Gesamtvolumen von über 50 Mio. Kubikmeter gebaut. Dabei hat sich eine Vielfalt von Bauformen, Ausrüstungsstandards und Sicherheitsmaßnahmen herausgebildet. Der Bedarf an neuen Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen, Regenklärbecken, Retentionsbodenfilteranlagen und Regenrückhalteanlagen ist noch nicht gedeckt. Zudem hat die Hälfte aller Anlagen ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht, so dass viele Anlagen der Ertüchtigung bedürfen.

Der Konstrukteur dieser Bauwerke steht vor der Aufgabe, eine Fülle bautechnischer, konstruktiver und ausrüstungstechnischer Details zu lösen. Um ihm bei dieser Aufgabe zu helfen, wurde das im Februar 2001 herausgegebene Merkblatt ATV-DVWK-M 176 jetzt aktualisiert und erweitert. Neu aufgenommen wurden beispielsweise Hinweise zu Schrägklärern, Schmutzfängzellen und zur Abwasserwärmenutzung sowie zum Einsatz von Notentleerungen. Dabei konnten Erfahrungen, die aus einer Vielzahl durchgeführter Projekte gewonnen wurden, in das Merkblatt einfließen.

Es ergänzt durch zahlreiche Hinweise das ebenfalls neu erschienene Arbeitsblatt DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“. Die enthaltenen Beispiele geben Anregungen, wie die Festlegungen des DWA-A 166 im Einzelfall umgesetzt werden können. Das Merkblatt gibt dem Planer somit Regeln an die Hand, die es erlauben, Bauwerke der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten oder bestehende Bauwerke zu ertüchtigen. Das Merkblatt richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

\*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder  
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.dwa.de/shop](http://www.dwa.de/shop)



Fax-Antwort: 02242 872-100

Absender

**Ja, wir bestellen das Merkblatt DWA-M 176**

gegen Rechnung    per Kreditkarte:  Visa     Mastercard

Name/Vorname

Firma

Straße

Postleitzahl/Stadt/Land

DWA-Mitgliedsnummer

E-Mail

Datum/Unterschrift

Ich bin damit einverstanden, über Angebote der DWA/EWA/GFA per E-Mail informiert zu werden.

DWA  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,  
Abwasser und Abfall e. V.  
Kundenzentrum  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef

# Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken



November 2013, 69 Seiten, 23 Bilder, DIN A4,  
ISBN 978-3-944328-00-3

74,00 €/59,20 €\*)

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes gibt es in Deutschland mehr als 45.000 Regenwasserbehandlungsanlagen und Regenrückhalteanlagen mit einem Gesamtvolumen von über 50 Mio. m<sup>3</sup>. Dabei hat sich eine Vielfalt von Bauformen, Ausrüstungsstandards und Sicherheitsmaßnahmen herausgebildet. Es gibt noch Bedarf an neuen Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen, Regenklärbecken, Retentionsbodenfilteranlagen und Regenrückhalteanlagen. Die Hälfte aller Anlagen hat ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht, viele davon bedürfen der Ertüchtigung.

Als Ergänzung zum Arbeitsblatt DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“ sowie zum Merkblatt DWA-M 176 „Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“ enthält der Themenband Beispiele für die Gestaltung von Regenbecken. Die Darstellungen beschränken sich in ihrer Mehrzahl auf bewährte Standardbauweisen von ausgeführten Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen mit Entlastung, Regenrückhalteanlagen sowie Regenklärbecken. Die Beispiele geben Planern Anregungen zur Gestaltung von Regenbecken. In der Praxis werden ständig Neuentwicklungen und Verbesserungen

bei der Gestaltung und insbesondere bei der Ausrüstung von Regenbecken vorgenommen. Die Beispielsammlung erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Themenband richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

Der DWA-Themenband richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

\*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder  
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.dwa.de/shop](http://www.dwa.de/shop)



**Fax-Antwort: 02242 872-100**

**Absender**

**Ja, wir bestellen den DWA-Themenband T3/2013**

gegen Rechnung    per Kreditkarte:  Visa     Mastercard

\_\_\_\_\_  
Name/Vorname

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Straße

\_\_\_\_\_  
Postleitzahl/Stadt/Land

\_\_\_\_\_  
DWA-Mitgliedsnummer

\_\_\_\_\_  
E-Mail

\_\_\_\_\_  
Datum/Unterschrift

Ich bin damit einverstanden, über Angebote der DWA/EWA/GFA per E-Mail informiert zu werden.

DWA  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,  
Abwasser und Abfall e. V.  
Kundenzentrum  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef



Das Arbeitsblatt DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“ gilt für die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Regenbecken in Netzen des Misch- und Trennsystems. Weitergehende Ausführungen enthalten das Merkblatt DWA-M 176 „Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“ und das Merkblatt DWA-M 178 „Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem“.

Es ist Aufgabe des vorliegenden Arbeitsblattes, dem Planer von Regenbecken allgemein anerkannte Regeln an die Hand zu geben, die es erlauben, Bauwerke der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten bzw. bestehende Bauwerke zu ertüchtigen.

Der Begriff „Regenbecken“ umfasst dabei Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und der Regenwasser-rückhaltung im Misch- und Trennsystem.

Dies sind:

- Regenüberlaufbecken im Mischsystem,
- Stauraumkanäle im Mischsystem,
- Retentionsbodenfilteranlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenklärbecken im Trennsystem.

Das Arbeitsblatt richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.



ISBN 978-3-942964-50-0

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)